

VERGLEICH
DER BEHANDLUNGSMETHODEN
BEI DER PSEUDARTHROSE
DES OS NAVIKULARE DER HAND

Josef Anzenberger

1983



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DER CHIRURGISCHEN KLINIK DER UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

Direktor: Professor Dr. L. Schweiberer

VERGLEICH DER BEHANDLUNGSMETHODEN BEI DER PSEUDARTHROSE DES
OS NAVIKULARE DER HAND

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Josef Anzenberger

aus Isen

München 1983

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität München

Berichterstatter: PD Dr. med. Ch. Feldmeier
Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. L. Schweiberer
Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann
Tag der mündlichen Prüfung: 17.5.1983



MEINEN LIEBEN ELTERN

IN DANKBARKEIT GEWIDMET

I N H A L T

	Seite
1. E I N L E I T U N G	1
2. T H E O R I E N D E R P S E U D - A R T H R O S E N - E N T S T E H U N G	2
2.1. Anatomische Theorien	4
2.1.1. Entwicklungsgeschichtliche Ursachen	4
2.1.2. Blutversorgung des Navikulare	4
2.1.3. Geringer Periostüberzug des Navikulare	7
2.1.4. Regenerationsschwäche der Bruchzone durch Verkleinerung der enossalen kallusbildenden Flächen der Knochenbälkchen	7
2.1.5. Chronisches Trauma, Materialermüdung, embolische Vorgänge	8
2.1.6. Mechanische Faktoren	8
2.1.6.1. Bruchtyp	11
2.1.6.2. Bruchlokalisation	13
2.1.6.3. Dauernde Instabilität und ständige Beunruhigung des distalen Kahnbein- fragments durch Zug und Druck der Sehne des M. flexor carpi radialis	13
2.1.6.4. Processus styloideus radii als Hypomochlion	13

	Seite
2.1.7. Osteolytische Eigenschaften der Gelenkschmiere	14
2.1.8. Minus- und Plusvarianten der Elle und Speiche	14
2.2. Behandlungsfehler	15
2.2.1. Schwierige Frühdiagnose und daraus folgende fehlerhafte Behandlung	15
2.2.2. Mangelhafte bzw. zu kurze Ruhigstellung der Fraktur	15
2.2.3. Zu früh einsetzende Massage und Bewegung	15
2.2.4. Falsch induzierte und technisch unzureichende Osteosynthesen	15
3. O P E R A T I O N S M E T H O D E N	16
3.1. Palliative Eingriffe	17
3.1.1. Styloidektomie	17
3.1.2. Fragmentextirpation	19
3.1.2.1. Fragmentextirpation mit Sehneninterposition	19
3.1.2.2. Fragmentextirpation ohne Interposition von Materialien	20
3.1.2.3. Fragmentextirpation mit Prothesenersatz	21

	Seite
3.1.3. Transskaphoidlunäre Resektionsarthroplastik	22
3.1.4. Entfernung des ganzen Kahnbeines mit oder ohne endoprothetischem Ersatz	22
3.1.5. Verlängerung der Sehne des M. flexor carpi radialis	24
3.1.6. Arthrodesen	24
3.1.7. Denervierung	24
3.2. Sanierende Maßnahmen	25
3.2.1. Beck'sche Bohrung	25
3.2.2. Verschraubung	25
3.2.2.1. Einfache Verschraubung	25
3.2.2.2. Verschraubung mit Spongiosaeinlagerung	28
3.2.2.3. Elektrodynamische Knochenbruchbehandlung	28
3.2.2.4. Kahnbeinplatte	29
3.2.3. Spongiosaplastik und Spanbolzung	29
3.2.4. Kirschnerdrähte	32
3.2.5. Fettgewebsinterposition	32
3.2.6. Elfenbeinstifte	32

4.	P R O B L E M A T I K D E R R Ö N T G E N D I A G N O S T I K	33
4.1.	Bruchspalt	36
4.2.	Bruchrand	36
4.3.	Dislokation	36
4.4.	Sklerosesaum	37
4.5.	Cysten	37
4.5.1.	Echte Cysten	38
4.5.1.1.	Primäre Cysten	38
4.5.1.2.	Entzündliche Cysten	38
4.5.2.	Pseudocysten	38
4.5.2.1.	Posttraumatische Cysten	38
4.5.2.2.	Gefäßlöcher	40
4.5.2.3.	Projektionscysten	41
4.5.2.4.	Pseudocysten arthrotischen Ursprungs	42
4.6.	Kalkgehalt der Fragmente	43
4.7.	Abdeckelung	43
4.8.	Aseptische Nekrose	44
4.9.	Sekundäre degenerative Veränderung der Handwurzel	46
4.10.	Morbus Sudeck	46
4.11.	Zeichen der knöchernen Verheilung	46

	Seite
5. M E T H O D E	48
6. E R G E B N I S S E	53
6.1. Verschraubungen	53
6.2. Elektrodynamische Knochenbruchbehandlung	62
6.3. Ergebnisse bei Siliconprothesen	71
6.4. Sehneninterpositionen	79
6.5. Beckenkammpongiosa	85
6.6. Radiusspan	90
6.7. Denervierung	94
7. A L L G E M E I N E Ü B E R S I C H T	98
8. V E R G L E I C H E N D E T A B E L L E N	115
8.1. Handwurzelknochenbrüche	115
8.2. Häufigkeit der Pseudarthrosen-Entstehung aus frischen Kahnbeinbrüchen nach Gips- immobilisation	116
8.3. Frische Frakturen	117
8.3.1. Lokalisation	117
8.3.2. Bruchtyp	117

	Seite
8.3.3. Bruchtyp und Lokalisation bei frischem Bruch und Pseudarthrosen	118
8.4. Pseudarthrosen	119
8.4.1. Bruchtyp	119
8.4.2. Lokalisation	119
8.5. Häufigkeit der fortbestehenden Pseudarthrosen bei Verschraubungen	120
8.5.1. Lokalisation	120
8.5.2. Bruchtyp	120
8.5.3. Kombiniert Lokalisation und Bruchtyp bei fortbestehender Pseudarthrose	121
8.6. Ergebnisse zur Spongiosaplastik	122
8.6.1. Lokalisation	122
8.6.2. Bruchtyp	123
8.6.3. Kombiniert Bruchtyp und Lokalisation der fortbestehenden Pseudarthrose	123

	Seite
9. DISKUSSION	124
9.1. Einteilung der Pseudarthrosen	125
9.2. Diskussion der Operationsmethoden	131
9.2.1. Verschraubung	131
9.2.2. Elektrodynamische Knochenbruchbehandlung	136
9.2.3. Beckenkammspongiosa	136
9.2.4. Sehneninterposition	138
9.2.5. Siliconprothesen	140
9.2.6. Denervierung	142
Zusammenfassung	143
Literaturverzeichnis	144
Lebenslauf	158

1.

E I N L E I T U N G

Die Fraktur des Os naviculare manus ist nach der Literatur der am häufigsten anzutreffende Bruch im Bereich der Handwurzelknochen. Die Häufigkeit schwankt zwischen 71,2 % und 35,2 % aller Handwurzelfrakturen (6,7,12,66). Die absolute Häufigkeit der Navikularefraktur im Vergleich zu allen anderen Knochenbrüchen liegt zwischen 1 : 1000 (79) und 4,5 % (67). Im Durchschnitt wird die Häufigkeit in der Literatur mit 1 % bis 2 % angegeben (1,38,65).

In der Folge eines Navikularebruches kommt es wegen der schwierigen röntgenologischen Diagnosestellung und der anfänglich oft nicht ausgeprägten Beschwerden häufig zu der Entstehung einer Pseudarthrose. Die Pseudarthrose aber stellt einen erheblichen Defekt in der Biomechanik des Handgelenkes dar, so daß die Funktion des komplizierten und für den Menschen so bedeutenden Werkzeuges Hand sehr stark eingeschränkt werden kann. Schmerzen bei Belastung können zu langdauernder Arbeitsunfähigkeit, zur generellen Unfähigkeit, schwere oder zeitlich ausgedehnte manuelle Tätigkeit zu verrichten, und damit zur Berentung führen. Ein hartes Schicksal für den einzelnen, vor allem wenn man bedenkt, daß das Durchschnittsalter unserer Patienten bei 25 - 30 Jahren liegt. Doch schon das geringere Übel, die Umschulung, kann für den Betroffenen bedenkliche finanzielle Verluste, Absteigen in der sozialen Rangordnung sowie psychisch eine Beeinträchtigung des Selbstwertgefühles bedeuten. Alles genug Anlaß, um sich über die optimalen Behandlungsmöglichkeiten Gedanken zu machen (29).

2. THEORIEN DER
PSEUDARTHROSEN - ENTSTEHUNG

Für die Entstehung der Navikulare-Pseudarthrose werden in der Literatur die unterschiedlichsten Theorien angegeben und in einer Übersicht dargestellt:

Anatomische Theorien:

- Entwicklungsgeschichte
- Blutversorgung des Navikulare
- geringer Periostüberzug an manchen Stellen
- Regenerationsschwäche der Bruchzone durch Verkleinerung der enossalen kallusbildenden Flächen der Knochenbälkchen
- chronisches Trauma, Materialermüdung und embolische Störungen
- mechanische Faktoren
 - . Bruchtyp
 - . Bruchlokalisation
 - . dauernde Instabilität
 - . ständige Unruhe des distalen Kahnbeinfragmentes durch Zug und Druck des M. flexor carpi radialis
 - . Processus styloideus radii als Hypomochlion
- osteolytische Eigenschaften der Gelenkschmiere
- Minus-Plus-Varianten der Speiche und Elle

Behandlungsfehler durch:

- schwierige Frühdiagnose und daraus folgende fehlerhafte Behandlung
- mangelhafte bzw. zu kurze Ruhigstellung der Fraktur
- zu früh einsetzende Massagen und passive Bewegung
- durch falsch indizierte und technisch unzureichende Operationen.

2.1. Anatomische Theorien

2.1.1. Entwicklungsgeschichtliche Ursachen

Das Os naviculare der Hand entsteht aus zwei Knochenkernen. Dabei ist es möglich, daß diese Knochenkerne einmal nicht zusammenwachsen. Dieses Navikulare bipartitum kann röntgenologisch eine Pseudarthrose vortäuschen. Beidseitige Anlage, glatt begrenzte Bruchränder und das Fehlen einer traumatischen Anamnese sprechen für ein Navikulare bipartitum. Bei Affen ist das Navikulare bipartitum physiologisch.

In der Literatur werden diese Fälle mehr als Besonderheiten gewertet, da es auch ohne traumatische Ereignisse zur Ausbildung einer Pseudarthrose kommen kann (3,19,22,23,25,31,33,51,53,57,59).

2.1.2. Blutversorgung des Navikulare

Das Argument der schlechteren Blutversorgung nach Bruch des Navikulare wird bereits seit Beginn dieses Jahrhunderts genannt. Durch Gefäßabbrüche kann eine avaskuläre Fragmentnekrose entstehen (siehe Abb. 1). Fassold (18) fand an anatomischen Gefäßpräparaten, daß das proximale Kahnbeindrittel über keine eigenen Gefäßeintritte verfügt, weshalb es bei Frakturen in diesem Bereich zumindest vorübergehend von der Gefäßversorgung abgeschnitten ist. Diese Meinung wird auch von anderen Autoren geteilt (1,10,79). Tojan (74) sieht den Beweis dafür darin, daß nach einem Bruch das proximale Fragment kalkdichter wird, während die anderen Handwurzelknochen in eine Inaktivitätsatrophie verfallen.

Im Gegensatz dazu zeigte Lützeler (44) in seinen Untersuchungen, daß das Kahnbein sowohl im proximalen als auch im distalen Teil durch ein eigenes Gefäßnetz sehr gut vaskularisiert ist. Beide Gefäßnetze sind nach seinen Angaben durch zahlreiche Anastomosen untereinander verbunden. Auch Carstensen, Reding und Rehbein lassen die mangelnde Blutversorgung des proximalen Teiles als Entstehungsursache fraglich erscheinen und sind der Meinung, daß die Bedeutung der Durchblutung überschätzt wird (12,31,55,56).



Abb. 1:

Unterbrechung der Blutversorgung durch die
Gefäßzerstörung bei einer Fraktur

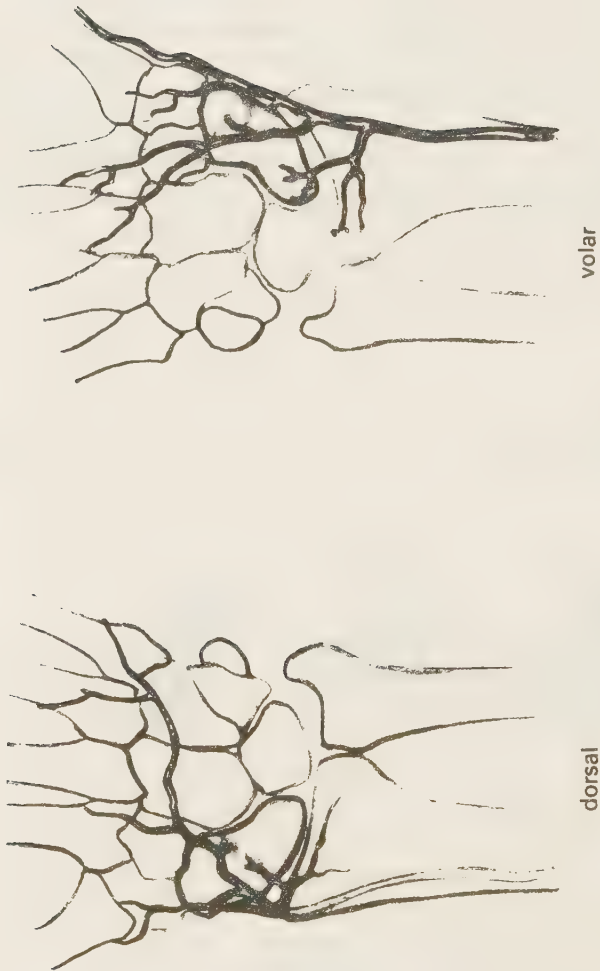


Abb. 2:

Blutversorgung der Navikulare von dorsal und volar

2.1.3. Geringer Periostüberzug des Navikulare

Das Kahnbein verfügt nach Weller (77) über fünf verschiedene von Knorpel überzogene Gelenkflächen. Dabei sind dann nur noch wenige Stellen übrig, die mit Periost überzogen sind und somit die Kallusbildung ermöglichen. Carstensen (12) fand nur im Tailienbereich dicke periostale Polster. Andere Autoren (50) betrachten den geringen oder begrenzten Periostüberzug sogar als die einzige Ursache für die Pseudarthrosenbildung (31,44).

2.1.4. Regenerationsschwäche der Bruchzone durch Verkleinerung der enossalen kallusbildenden Flächen der Knochenbälkchen

Bei seinen Untersuchungen fand Carstensen (12), daß die Kortikalis des Navikulare auffallend dünn ist und sie in der Taille kaum die Dicke der angrenzenden Spongiosabälkchen erreicht. Die Spongiosabälkchen verzweigen sich im ganzen Knochen, so daß ein eigentlicher Markraum fehlt. Ihre Anzahl und Dicke nimmt zum proximalen und distalen Ende hin zu, umgekehrt werden die Spongiosalücken zur Mitte hin großlumiger. Daraus läßt sich hinsichtlich des Heilungsverlaufes die Schlußfolgerung ableiten, daß in Bezirken geringerer Knochenbälkchendichte der Querschnitt der kallusbildenden Fläche kleiner wird, zumal der Kahnbeinknochen wegen des geringen Periostüberzuges vorwiegend auf endostale Kallusbildung angewiesen ist (44,58).

2.1.5. Chronisches Trauma, Materialermüdung,
embolische Vorgänge

Daß ein chronisches Trauma für die Entstehung der Kahnbein-Pseudarthrosen eine ursächliche Rolle spielen kann, ist arbeitsmedizinisch gesichert. Gefährdet sind Handarbeiter, die vielfach kleinen Traumen und Erschütterungen ausgesetzt sind, wie z. B. Terrazzoarbeiter, Bergleute, Pickel- und Schaufelarbeiter und Sportler (Boxer). Ferner werden Lenkraderschütterungen bei Kraftfahrern, chronische Erschütterungen der dorsalflektierten Hand bei Preßluftarbeitern und übermäßige Druckbelastung im allgemeinen als Ursache genannt. Tontheim (71) macht für das Entstehen der Kahnbeinpseudarthrose vorwiegend embolische Vorgänge verantwortlich (31,35,52).

2.1.6. Mechanische Faktoren

Das Os naviculare nimmt eine besonders exponierte Stellung im Handgelenk ein. Es gehört funktionell zur proximalen Reihe der Handwurzelknochen und artikuliert direkt mit dem distalen Ende des Radius. Von ulnar nach radial steht es in gelenkiger Verbindung mit dem Lunatum, Capitatum und Multangulum minus und maius. Somit ist das Navikulare an den zwei Gelenklinien der Handwurzel beteiligt:

1. an der Artikulatio radiocarpea
2. an der Artikulatio intercarpea

und kann folgende Bewegungen ausüben, Dorsal- und Volarflexion, Radial- und Ulnarabduktion. Dem Kahnbein fällt bei diesen Bewegungen durch den sog. "Kippmechanismus" eine besondere Bedeutung zu.

Wie aus der Abb. 3 ersichtlich, ist für die Radialabduktion ein besonderer Spielraum notwendig. Er wird in der Hand durch die Sonderform der Bewegung des Kahnbeines geschaffen. Um die Annäherung der Trapezbeine zu ermöglichen, kippen sie das Kahnbein der Quere nach. Diesem Bewegungsmuster entspricht die Form des Knochens. Es wird jedoch gleichzeitig, einmal gebrochen, zur Pseudarthrose prädestiniert. Denn dann folgen seine beiden Bruchstücke verstärkt den Bewegungsausschlägen des distalen Handwurzelgelenkkörpers. Wie bei der Volarflexion öffnet sich der Bruchspalt nach dorsal, bei der Dorsalflexion nach volar.

Somit wird ersichtlich, daß die Verlaufsform des Bruches eine wichtige Stellung in der Entstehung der Pseudarthrosen einnimmt (5,56,73,76).

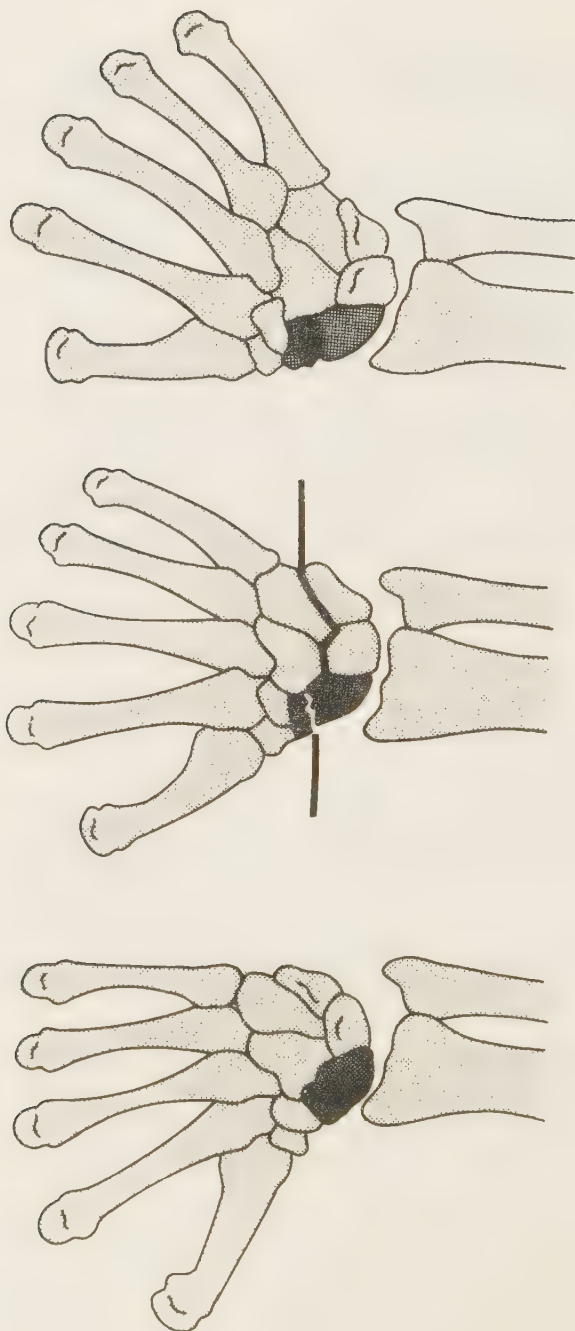


Abb. 3:

Das Verhalten der beiden Kahnbeinfragmente bei

Radialabduktion (3a)

in Mittelstellung (3b)

und Ulnarabduktion (3c)

2.1.6.1. Bruchtyp

Trojan fand bei Untersuchungen von 734 frischen Navikularefrakturen drei Grundtypen von Bruchformen:

1. den horizontalen Schrägbruch (47 %)
2. den Querbruch (50 %)
3. den vertikalen Schrägbruch (3 %).

Er stellte fest, daß der horizontale Schrägbruch für die Heilung einer Navikularefraktur am günstigsten, der vertikale Schrägbruch am ungünstigsten ist. Der Querbruch liegt zwischen beiden. Das heißt also, der vertikale Schrägbruch und der Querbruch bilden viel häufiger Pseudarthrosen als der horizontale Schrägbruch. Die Ursache begründet Trojan rein mechanisch. Beim horizontalen Schrägbruch herrschen vorwiegend Druckkräfte im Bruchspalt, beim vertikalen praktisch nur Kipp- und Scherkräfte. Durch die Bewegungen im gebrochenen Handgelenk werden durch die starke Bänderführung die Bruchstücke dauernd gegeneinander gezogen, das proximale Stück folgt der proximalen Handwurzelreihe, das distale der distalen. Somit leisten die Bewegungen einer Pseudarthrose Vorschub, indem sie eine ungestörte Kallusbildung verhindern (1,18,29,44,63).

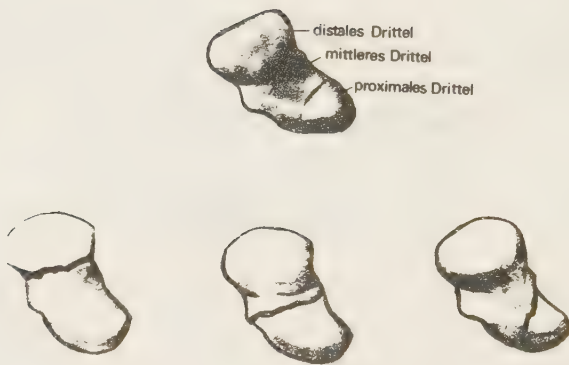


Abb. 4 a: Einteilung des Kahnbeins in Dritteln

4 b: Einteilung nach Bruchtypen

- links: horizontaler Schrägbruch
- mitte: Querbruch
- rechts: vertikaler Schrägbruch

2.1.6.2. Bruchlokalisation

Schon zu Beginn dieses Jahrhunderts wurde die Lokalisation des Bruches als Ursache der Navikulare-Pseudarthrose diskutiert. Untermauert wurde diese Theorie noch durch zahlreiche Untersuchungen an anatomischen Präparaten und vor allem durch die Untersuchungen über die Blutversorgung des Navikulare. Eine Tatsache ließ diese Theorie besonders aufkommen, nämlich die verschiedenen Anteile des distalen, mittleren und proximalen Drittels an der Lokalisation des Bruches (5).

2.1.6.3. Dauernde Instabilität und ständige Beunruhigung des distalen Kahnbeinfragments durch Zug und Druck der Sehne des M. flexor carpi radialis

Riess (58) bezeichnet die Sehne des M. flexor carpi radialis als "Störenfried" der Heilung des gebrochenen Kahnbeins, indem diese starke Sehne an der Basis des 2. Mittelhandknochens ansetzt, manchmal sogar am Tuberkulum des Kahnbeinkammes, und dabei wie eine Saite über das Kahnbein gespannt ist. Damit werden ständig minimale Bewegungen im Bruchspalt ausgeführt.

2.1.6.4. Processus styloideus radii als Hypomochlion

Bei der Radialabduktion des Handgelenkes gleitet das Kahnbein entlang der Oberfläche des distalen Speichengriffs nach ulnar. Bei diesen Bewegungen kippt es nach volar und ulnar, wodurch die in vielen Fällen arthrotisch ausgezogene Tuberositas ossis navicularis auf die ebenfalls arthrotisch veränderte Spitze des Speichengriffs zu

liegen kommt. Es stößt also das distale Fragment gegen den Speichengriffel, während das proximale nicht gleichförmig bewegt wird. Durch diese Mikrobewegungen wird eine Konsolidierung der Fraktur verhindert (4,40,45).

2.1.7. Osteolytische Eigenschaften der Gelenkschmiere

Scaglietti und Perazzini (65) halten diesen Faktor von überragender Bedeutung für die Entstehung der Kahnbeinpseudarthrose, da das Navikulare fast zur Gänze von Gelenkflächen umgeben ist und daher bei einem Bruch von der Bruchstelle aus eine Menge Synovialflüssigkeit aufgesaugt wird, die dann zur Pseudarthrosenbildung führen soll. Rütger (60) hält diese These von der osteolytischen Wirkung der Synovia und ihrer bremsenden Funktion bei Heilung für nicht bewiesen.

2.1.8. Minus- und Plusvarianten der Elle und Speiche

Eine weitere Ursache der Pseudarthrosen ist in der verschiedenen Länge von Radius und Ulna zu finden. Ist entweder der Radius etwas länger als die Ulna oder umgekehrt, so kann sich durch diese dauernde Irritation und den veränderten Druckverhältnissen eine Pseudarthrose entwickeln (31,47,58).

2.2. Behandlungsfehler

2.2.1. Schwierige Frühdiagnose und daraus folgende fehlerhafte Behandlung durch

- unbemerkte Fraktur infolge Geringfügigkeit des Traumas und dem Fehlen besonderer Beschwerden
- Fehldeutung des klinischen Befundes als Distorsion
- Fehldeutung der Fraktur aufgrund des Röntgenbildes durch
 - . falsche Röntgentechnik
 - . Verzicht auf Kontrollaufnahmen bei negativem Befund

(10,5,18,32,39,51,76).

2.2.2. Mangelhafte bzw. zu kurze Ruhigstellung der Fraktur

Nach der Meinung vieler Autoren spielt diese Ursache die größte Rolle bei der Entstehung der Pseudarthrose (5,1,11,18,44,56,76).

2.2.3. Zu früh einsetzende Massage und Bewegung (6)

2.2.4. Falsch induzierte und technisch unzureichende Osteosynthesen (6,45)

3. OPERATIONSMETHODEN

Während die Behandlung eines frischen Kahnbeinbruches keine wesentlichen Schwierigkeiten mehr bereitet, sind die Ergebnisse bei der operativen Behandlung von Pseudarthrosen bei den einzelnen Autoren sehr unterschiedlich angegeben. Es gibt offensichtlich kein allgemeingültiges Verfahren, das für alle Fälle mit überzeugendem Erfolg indiziert wäre (15,28,46,47,56,72).

Die Vielfalt der in der Literatur angegebenen Operationsmethoden zeigt bereits eine gewisse Unsicherheit in der Wahl der geeigneten Operationsverfahren. Palliativ-Eingriffe, die lediglich eine Schmerzbeseitigung anstreben, stehen sanierenden Eingriffen gegenüber, durch die die knöcherne Kontinuität des Kahnbeines wieder hergestellt werden soll.

3.1. Palliative Eingriffe

3.1.1. Styloidektomie

Eine Operationsmethode, die sich gut bewährt hat und gerne in Kombination mit anderen Operationstechniken angewandt wird, ist die 1948 von Barnard und Stubbins erstmals beschriebene Styloid-Graft-Operation, bei welcher der Processus styloideus radii abgemeißelt wird, um die scherende und hebelnde Wirkung der Spitze des Griffelfortsatzes auf das Kahnbein im Bereich der Pseudarthrose zu beseitigen (51). Aalam (1) meißelt nicht nur wegen der Hebelwirkung den Processus ab, sondern auch, um damit die Bandverbindungen zum distalen Bruchstück zu lösen. Der Großteil der Autoren empfiehlt die Styloidektomie als Zusatzoperation (9,17,72,76), die als reine Palliativmaßnahme zur Beseitigung der Schmerzen gedacht ist und weniger im Hinblick auf eine Heilung der Pseudarthrose (8,27,45). Als Kontraindikation für die Styloidektomie werden von Krösel (40) angegeben:

1. Alte abgedeckelte lockere Pseudarthrosen mit breitem Pseudarthrosenspalt, bei denen die Gefahr des Abrutschens des peripheren Bruchstückes nach radial besteht. Bei beweglichen Pseudarthrosen darf die Styloidektomie nur in Verbindung mit Spanverpflanzung oder -auffüllung durchgeführt werden.
2. Fälle, bei denen schon vor der Operation eine ausgeprägte Arthrose des ganzen Handgelenkes besteht.

Übersicht über Indikation und Therapie bei frischen Kahnbeinbrüchen und Kahnbeinpseudarthrosen (46)

- frische Kahnbeinbrüche

- | | |
|---|-----------------------------------|
| a) ohne Begleitverletzung im Handgelenk oder Handwurzelbereich | primäre konservative Therapie |
| b) mit Begleitverletzung oder bei erheblicher Dislokation der Fragmente | primäre Operation (Verschraubung) |

- verzögerte Bruchbildung bzw. Kahnbeinpseudarthrose

- | | |
|--|---|
| a) beschwerdefreie Pseudarthrose | keine Behandlung |
| b) Pseudarthrose ohne Arthrose | Operation als sanierenden Eingriff |
| c) Pseudarthrosen mit kleinem oder nekrotischem Fragment | Fragment-exstirpation |
| d) Pseudarthrose mit mittelgradiger Handgelenksarthrose | Styloidektomie und/oder Denervation nach A. Wilhelm |
| e) Pseudarthrose bei Arthrose des gesamten Handgelenkes | Teil- oder Vollprothese des Navikulare |

3.1.2. Fragmentextirpation

3.1.2.1. Fragmentextirpation mit Sehneninterposition

An der Universität München wird bei kleinen aseptischen Kahnbeinnekrosen die Sehneninterposition durchgeführt. Über dem Kahnbein wird ein bogenförmig verlaufender Schnitt dorsoradial gelegt. Die Gelenkkapsel wird der Länge nach eröffnet und das Kahnbein unter Schonung der Äste des N. radialis superficialis und der Art. radialis sowie der Sehnen zur Darstellung gebracht. Nach Entfernung des nekrotischen Navicularefragmentes wird ein etwa 10 cm langer Schnitt am mittleren und distalen Drittel des Unterarmes gelegt, die Sehne des M. flexor carpi radialis freigelegt und längsgespalten. Der eine Teil der Sehne behält seine Funktion, der andere wird am Muskelbauch abgetrennt, eingerollt, vernäht und noch am Ansatz hängend in die Resektionshöhle eingebracht und dort fixiert. Ein exakter Verschuß der Gelenkkapsel garantiert die sichere Lage der Sehne.

In gleicher Art ist auch die Verwendung der Sehne des M. extensor carpi radialis möglich.

Weiterhin kann auch die Sehne des M. palmaris longus als freies Implantat dienen (82,83).

Os naviculare

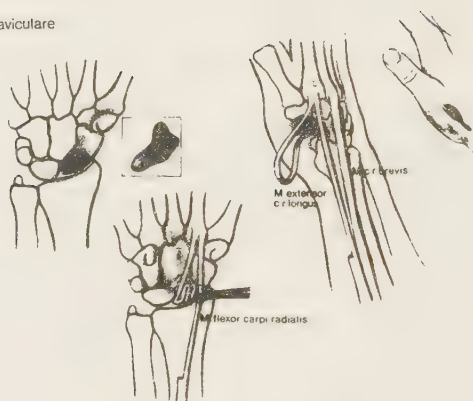


Abb. 5:

Sehneninterpositionsplastik bei Navikulare-
pseudarthrose mit Fragmentnekrose

3.1.2.2. Fragmentextirpation ohne Interposition von Materialien

Wenn es sich um sehr kleine proximale Fragmente handelt,
die nicht fixiert werden können, wird die Exstirpation
angegeben (8,42). Dabei sind noch keine nachteiligen
Folgen beobachtet worden. Hellinger und Eberle lehnen
sie jedoch ab (14,27).

3.1.2.3. Fragmentextirpation mit Prothesenersatz

Swanson versuchte zum erstenmal eine Silastik-Kautschuk-Prothese als Interponat für einen resezierten Navikularkörper. Durch die guten Erfahrungen der Sehneninterpositionsplastik bei sehr kleinem avaskulären Fragment inspiriert, wird seit 1980 in der Handchirurgischen Abteilung der Universität München für größere avitale Fragmente der Ersatz des nekrotischen Knochenteiles mit einer Silastik-Teilprothese durchgeführt. Die dabei erzielten Ergebnisse lassen diese neue Methode als eine gute Ergänzung der bisher bekannten Verfahren erscheinen. Der Vorteil dieser Navikulare-Teilprothese liegt in der individuellen Anpassung an den bestehenden Defekt und in der Erhaltung der nativen Bandverbindungen zu den übrigen Handwurzelknochen. Das Implantat bleibt somit in der anatomischen Position und ist dadurch auch vor einer Luxation geschützt. Gesichert wird die Prothese noch durch eine Verzapfung am verbliebenen vitalen Fragment. Zug und Scherkräfte werden somit bei Bewegungen vom vitalen Fragment aufgenommen und die angepasste Prothese wird nun passiv mitbewegt.

Indiziert ist die Teilprothese

1. bei bestehender Pseudarthrose mit avaskulärer Nekrose eines Fragmentes, wobei das nekrotische Fragment mindestens $\frac{1}{3}$ der Gesamtgröße des Kahnbeines haben soll;
2. bei fortbestehender Pseudarthrose nach Versagen vorausgegangener chirurgischer Eingriffe

(Spongiosaplastik, Verschraubung, Spanbolzung), um eine Zunahme der Arthrose im Kahnbeinbereich sowie in den angrenzenden Gelenken zu verhindern (Ch. Feldmeier, noch nicht veröffentlicht).

3.1.3. Transskaphoidlunäre Resektionsarthroplastik

Diese Methode ist von Steinhäuser angegeben und vor allem von seinem Sohn mit Erfolg durchgeführt worden. Sie besteht in der Resektion des proximalen Kahnbeinanteiles und des Mondbeines, so daß unter leichter Kippung die gesamte Handwurzel sich wieder gegen die Radiusgelenkfläche einstellen kann (11).

Wilhelm und Feldmeier konnten jedoch die von Steinhäuser angegebenen guten Erfahrungen in ihrem eigenen Krankengut nicht bestätigen, weshalb diese Operationsmethode bei der Behandlung von Navikulare-Pseudarthrosen ganz verlassen wurde.

3.1.4. Entfernung des ganzen Kahnbeines mit oder ohne endoprothetischem Ersatz

Die Totalexstirpation des Kahnbeines gilt heute als überholt, da das Gefüge der Handwurzel dadurch zu stark beeinträchtigt wird (51).

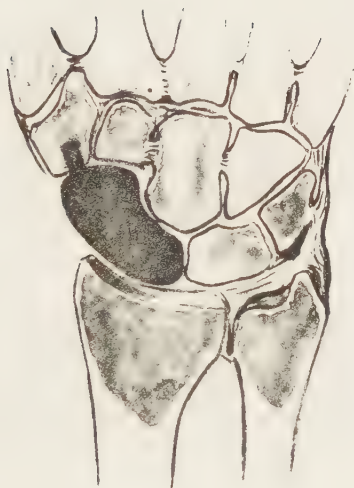


Abb. 6:

Ersatz des ganzen Kniebeines durch eine
Silastik-Vollprothese

3.1.5. Verlängerung der Sehne des M. flexor carpi radialis

Riess steht auf dem Standpunkt, daß man diese Sehne bei allen Eingriffen am Kahnbeinkörper zumindest temporär durch Verlängerung entspannen muß. Er berichtet dabei von 100 % Erfolg, wenn er zusätzlich zur Verspannung noch die Sehne des M. flexor carpi radialis verlängerte (58).

Buck-Gramko ist jedoch der Meinung, daß diese Methode alleine nicht genügt (11).

3.1.6. Arthrodese

Bei deutlichen arthrotischen Zeichen des Handgelenkes würde die operative Beseitigung der Pseudarthrose keine wesentliche Beschwerdeverbesserung bringen. Als ultima ratio wird in diesem Fall die Arthrodese des Handgelenkes durchgeführt (8,9,27,45).

3.1.7. Denervierung

Die Handgelenksdenervierung nach A. Wilhelm bringt zwar vorübergehend Schmerzfreiheit, doch wird die eigentliche Ursache dadurch nicht beseitigt. In vielen Fällen muß später doch eine Handgelenksarthrodese durchgeführt werden (10,45,81).

3.2. Sanierende Maßnahmen

Diese Operationen sollen die knöcherne Heilung der Bruchstücke herbeiführen.

3.2.1. Beck'sche Bohrung

Die Bohrung des Kahnbeinbruches nach Beck wurde vielfach durchgeführt, hat aber nur in einem Teil der Fälle zu Erfolgen geführt. Das Aufbrechen der sklerosierten Bruchflächen durch 4 - 6 Bohrlöcher, die Herstellung einer frischen Blutung und einer Knochenwunde ist einer Heilung förderlich, aber es werden zugleich große Gewebsdefekte in dem an sich schon schmalen Knochen durch die Bohrung gesetzt. Wertvolle Gewebstrümmer und das Knochenmehl werden größtenteils nach außen herausgebohrt und gehen als Grundlage einer neuen Kallusbildung verloren (9,10,11).

3.2.2. Verschraubung

3.2.2.1. Einfache Verschraubung

Die Verschraubung ist nach der Literatur die am meisten widersprüchlich beurteilte Operationsmethode. Von der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) wurde ein Zugschraubenprinzip empfohlen, das die bei der Behandlung von Navikularefrakturen auftretenden speziellen biologischen Anforderungen an eine optimale Osteosynthese weitgehend erfüllt. Die Operation gewährleistet bei guter Indikation und Technik weitgehende Stabilität, die im Hinblick auf die gelenkmechanische

Beanspruchung des Kahnbeines erforderlich ist. Ferner ermöglicht sie eine enge Adaption und Kompression der Fragmente und schafft so auch bei bionekrotischen Fragmenten, die von periostaler Gefäßzufuhr weitgehend abgeschnitten sind, biomechanische Stabilität, selbst bei mangelnder Konsolidierung.

Indikation zur Verschraubung nach AO:

1. gute Indikation bei allen Fällen im körperfernen und mittleren Drittel, die keine nennenswerte Arthrose oder Osteoporose aufzeigen;
2. relative Indikation für Fälle im körpernahen Drittel, bei denen das körpernahe Bruchstück mit dem Schraubengewinde noch gefaßt werden kann;
3. schlechte Indikation bei Fällen mit sehr kleinem proximalen Fragment.

Bei genauer Einhaltung dieser Indikationen werden nach Voorhoeve sehr gute Ergebnisse erzielt (76).

Weitere Vorzüge der AO-Schraube sind die geringe postoperative Behinderung, früher Wiedereintritt in die Arbeitsfähigkeit, mit trotzdem möglicher allmählicher Verknöcherung und der wenigen Beschwerden und Funktions-einbußen (69).

Übereinstimmend wird aber in der Literatur festgestellt, daß die AO-Verschraubung nur bei strenger Indikation und exakter Technik empfohlen werden soll, da sonst schlechte Ergebnisse zu erwarten sind (8,9,10,11,34,27,43,46).



Abb. 7:

Verschraubung eines Querbruches im
mittleren Drittel

3.2.2.2. Verschraubung mit Spongiosaeinlagerung

Bei dieser Methode wird zusätzlich zur Schraube der Schraubenkanal mit Spongiosa aufgefüllt. Die Spongiosa wird entweder aus dem distalen Radius oder aus dem Beckenkamm verwandt, wobei der Spongiosa aus dem Beckenkamm der Vorzug gegeben werden sollte.

Voorhoeve berichtet dabei von guten Ergebnissen, während Buck-Gramko und Müller-Färber diese Methode nicht empfehlen (9,10,46,76).

3.2.2.3. Elektrodynamische Knochenbruchbehandlung

K. Wilhelm und Ch. Feldmeier berichten über dieses Verfahren. Die Operationstechnik entspricht dabei dem Verfahren der AO-Schraube.

Die osteogenetische Wirkung soll auf der Applikation funktioneller elektrischer und magnetischer Potentiale beruhen. Diese therapeutisch wirksamen Elektropotentiale im Gewebe entstehen durch elektromechanische Induktion eines in Fraktur Nähe implantierten Übertragers, dessen Elektroden von der AO-Navikulareschraube und einem etwa 12 mm langen Kürschnerdraht gebildet werden.

Schon am ersten postoperativen Tag wird mit der Applikation von Wechselfeldern über insgesamt 6 Stunden täglich begonnen.

Gesamtdauer: 6 - 8 Wochen (36,84,85).

3.2.2.4. Kahnbeinplatte

Diese Methode wurde erst vor wenigen Jahren von Ender beschrieben (16). Die Kahnbeinplatte wird von palmar her an die konkave Seite des Kahnbeines angeschraubt. Die Platte ist entsprechend der Form des Kahnbeines kokav gebogen, besitzt zentral einen abgebogenen Hacken oder Zinken und peripher ein Schraubenloch, in welches schräg nach peripher eine Kleinfragmentenschraube eingebracht wird. Dieses Plättchen setzt die Fragmente unter Kompression und stabilisiert sie gleichzeitig im Sinne der Zuggurtung gegen das palmare Klaffen.

Über Spätergebnisse waren aber in der Literatur keine Hinweise zu finden.

3.2.3. Spongiosaplastik und Spanbolzung

Gebräuchlich ist die Spongiosaplastik nach Matti und Russe, sowie die Knochenbolzung mit einem Kortikalispan, die Hopf als erster in Deutschland durchführte. Beide Verfahren werden auch kombiniert zur Anwendung gebracht, wobei aber in der Literatur die Methode nach Matti-Russe als die Methode der Wahl bezeichnet wird.

Dabei wird der volare Zugang wegen der guten Übersicht, Schonung der knorpeligen Gelenkflächen und vor allem der wichtigsten ernährenden Gefäße, die von dorsal her im mittleren Drittel eindringen, gewählt. Die Spongiosaplastik stimuliert die Vaskularisierung der Pseudarthrose und führt so schnell zum Um- und Einbau.

Indikation zur Spongiosaplastik:

1. Navikularepseudarthrose mit großer Resorptionshöhle;
2. Navikularepseudarthrose mit proximalem Drittel;
3. Navikularepseudarthrose mit ausgesprochenen avaskulären Nekrosezeichen des proximalen Fragments.

Bevorzugt wird die Beckenkammspongiosa, da die Spongiosa aus dem Radius sehr viel lockerer und weitmaschiger ist. So wurde auch eine längere Ruhigstellung bei Verwendung dieser Spongiosa gegenüber der Beckenkammspongiosa festgestellt. Als Nachteile werden die schlechte Fixierung der einzelnen Fragmente und die lange Ruhigstellung im Gipsverband angegeben, aus der häufig eine Funktionseinschränkung hervorgeht. Eine Ruhigstellung von 20 - 30 Wochen ist keine Seltenheit. Dies erfordert natürlich viel Geduld von seiten des Patienten und der Krankenversicherung (1,8,9,10,11,14,15,18,27,38,45,47, 51,61,62,65,80).

Operationstechnik:

Volarer Zugang wegen

- guter Übersicht
- Schonung der knorpeligen Navikularegelenkflächen
- Schonung der wichtigsten ernährenden Gefäße, die v.a. von dorsal her einstrahlen

- Anfrischen der Pseudarthrosenflächen
- Exakte Ausräumung des Spongiosabettes und komplette Aushöhlung des Fragmentes mittels Fräse
- Einpassen eines cortico-spongiösen Knochens aus dem Beckenkamm (ca. 2 x 1 x 1 cm)

B E S S E R :

Auffüllen der Höhle mit Spongiosa ohne Corticalisdeckel.

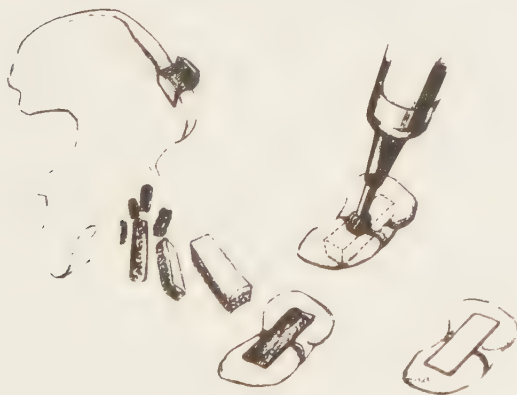


Abb. 8:

Das Verfahren der Spanbolzung mit Hilfe eines Beckenkammspanes

Desweiteren werden in der Literatur noch einige andere Operationsmethoden angegeben, die aber nach dem jetzigen Stand der Wissenschaft veraltet sind bzw. die sich nicht durchgesetzt haben.

3.2.4. Kirschnerdrähte

Nach Buck-Gramko wird diese Methode heute kaum noch angewandt (9).

3.2.5. Fettgewebsinterposition

Benzon gibt diese Operation an. Dabei wird Fettgewebe zwischen die Bruchstücke geklemmt. Die Pseudarthrose soll hierbei im Sinne eines Navikulare bipartitum in eine Nearthrose umgewandelt werden, wodurch Schmerzfreiheit erzielt werden soll (9,10,11,17,51,65).

3.2.6. Elfenbeinstifte

Diese Methode von Lambotte wurde ziemlich am Anfang dieses Jahrhunderts ausprobiert, hat sich aber nicht durchgesetzt (38).

4. P R O B L E M A T I K D E R
 R Ö N T G E N D I A G N O S T I K

Wie bereits erwähnt, liegt in der Schwierigkeit der radiologischen Diagnostik einer Navikularefraktur ein Hauptgrund für die Entstehung einer Pseudarthrose. Bei Verdacht auf eine Fraktur gilt:

Grundsatz:

Bei jeder Untersuchung des Kahnbeines der Hand auf pathologische Knochenveränderungen, insbesondere auf eine Unfallschädigung, sind zusätzlich zu den Standardaufnahmen auch Spezial-Serienaufnahmen anzufertigen.

Sichere Röntgenzeichen einer frischen Kahnbeinfraktur:

- Aufhellungslinie, meist quer oder schräg verlaufend, mit Unterbrechung der subchondralen Lamina und der Spongiosastruktur als Zeichen eines Durchtrennungsspaltes;
- feinzackige Begrenzung der Bruchflächen, bedingt durch noch erhaltene Spongiosazacken;
- evtl. Vorhandensein kleinerer Absprengungen, die noch keine Randabbauerscheinungen aufweisen;
- keine Anzeichen eines Sudeck-Syndroms.

Frakturverdächtige Erscheinungen:

- Quer oder schräg verlaufender schmaler Verdichtungsstreifen, bedingt durch eine partielle Überlagerung der Fragmente. Klärung durch Aufnahmen mit geänderter Strahlenrichtung;
- scharfkantige kleine Randstufen an der subchondralen Lamina ohne sichtbaren Frakturspalt;
- kleine Randabhebungen oder Unebenheiten dort, wo normalerweise eine scharfe Knochenabgrenzung durch die subchondrale Lamina gegeben ist;
- zarte Aufhellungslinien im Strukturbereich mit oder ohne Spongiosaauffälligkeiten. Dies gilt auch für die Gegend der Gefäßkanäle;
- umschriebene flächenhafte Aufhellungen subchondral oder zentral, besonders im mittleren und lunaren Drittel.

Verhalten beim anfänglichen Fehlen röntgenologischer Veränderungen, jedoch beim Vorliegen eines fortbestehenden klinischen Verdachtes auf eine Kahnbeinverletzung:

- nach 2 Wochen Röntgenkontrollserie; wenn diese negativ ist oder nur Verdachtsmomente ersehen läßt, so wird eine tomographische Untersuchung veranlaßt;
- waren die vorangegangenen Röntgenaufnahmen negativ und besteht der klinische Verdacht auf eine Kahnbeinverletzung fort, so sind nach weiteren 2 Wochen nochmals Röntgenkontrollserien vorzunehmen;

- bei allen unklar gebliebenen Fällen ist nach Verbandsabnahme und vor Durchführung von Bewegungsübungen eine spezielle Röntgenuntersuchung des Kahnbeins durchzuführen (Serienaufnahmen, Schichtaufnahmen).

In der Literatur werden zur Beurteilung einer Pseudarthrose folgende Kriterien angegeben:

- Bruchspalt
- Bruchrand
- Dislokation
- Sklerosesaum
- Cysten
- Kalkgehalt
- Abdeckelung
- aseptische Nekrose
- arthrotische Veränderung zu den anderen Knochen
- Sudeck
- Zeichen der knöchernen Verheilung

4.1. Bruchspalt

Die Erkennung eines frischen Kahnbeinbruches kann häufig problematisch sein. Oft ist die feine Bruchlinie nicht sofort zu sehen oder erst nach 2 - 3 Wochen, wenn bereits eine Resorption von Knochenmaterial entlang dieser Linie eingetreten ist (5,19,63,72,73,74).

4.2. Bruchrand

Der Bruchrand ändert sich von einer scharfen Linie bei der akuten Fraktur über einen gezackten Rand bei etwas älteren Brüchen, bei denen die Knochenresorption entlang der Frakturlinie gerade eingetreten ist, bis zum glatten, scharf begrenzten Rand, der auch abgedeckelt sein kann, bei der Pseudarthrose (5,19,63,72,73,74).

4.3. Dislokation

Im allgemeinen spricht eine Dislokation und Torsion für ein ernsthafteres Trauma als eine einfache Fraktur

Die Mehrzahl der carpalen Dislokationen bringen sich selbst, aber wahrscheinlich durch den starken Bänderzug, wieder in ihre Stellung zurück, da man in den meisten Röntgenbildern eigentlich nur noch Stufenbildungen beobachten kann.

Ein weiterbestehendes disloziertes oder gedrehtes Navikulare kann nach Meinung Sandzens als das einzige Zeichen einer dorsalen oder volaren transskaphoidolunären Dislokation angenommen werden (64).

4.4. Sklerosesaum

Je länger eine Fraktur besteht, desto mehr grenzen sich die beiden Bruchstücke des Navikulare mit einem Sklerosesaum gegeneinander ab (72,73,74).

4.5. Cysten

Eine sehr häufige Reaktion des Navikulare ist die Cystenbildung. Dabei werden diese Gebilde im Schrifttum oft verschieden bezeichnet bzw. es gibt noch keine gesicherte Terminologie darüber. So wird von Cysten, Pseudocysten, cystoiden Aufhellungen und Höhlungen geschrieben. Abhängig von ihrer Gestalt und ihrem Sitz können Cysten als Nebenbefund oder als gewisse Knochengelenksverletzungen, vielleicht auch als Degeneration bezeichnet werden. So bezeichnet Zimmer runde cystenähnliche Gebilde, die meistens im proximalen Handwurzelbereich liegen und von einem diskreten Sklerosesaum umgeben sind, als Veränderungen ohne Bedeutung und pathologisch einer Markfibrose gleichzusetzten (31,33).

In der Literatur werden folgende Cystenarten beschrieben (19,30,31,32,33,53,57,63,72,73,74):

1. echte Cysten

- primäre Cysten
- entzündliche Cysten

2. Pseudocysten

- posttraumatische Cysten
- Gefäßlöcher
- Projektionscysten
- Pseudocysten arthrotischen Ursprungs

4.5.1. Echte Cysten

4.5.1.1. Primäre Cysten

Diese Art von Cysten wird relativ selten gefunden. Klinisch sind sie meist ohne wesentliche Symptomatik und führen im allgemeinen zu keiner Verminderung der Belastbarkeit und Tragfähigkeit des Kahnbeines (57).

4.5.1.2. Entzündliche Cysten

Horvath rechnet dazu die seltenen Formen eines gutartigen Osteoms. Meistens liegen sie in der Längsachse des Knochens und hauptsächlich im Capitatum und Navikulare. Sie werden als ausgedehnte und umschriebene Aufhellungen bezeichnet, die von einem diskreten sklerotischen Saum umgeben sind (31). Entzündliche Höhlen werden möglicherweise kleiner oder sie verschwinden ganz oder werden wenigstens abgekapselt. Vielfach bleiben sie aber stationär oder vergrößern sich und machen dauernde Beschwerden, z.B. Ostitis fibrosa und Tuberkulose (32).

4.5.2. Pseudocysten

4.5.2.1. Posttraumatische Cysten

Einige Zeit nach einem Unfall entwickelt sich eine traumatische Höhle im Kahnbein. Diese ist gegen ihre Umgebung unscharf begrenzt und von den nicht unfallbedingten Cysten des Kahnbeines leicht zu unterscheiden, die mit einem kalkdichten Saum scharf gegen ihre Umgebung abgegrenzt

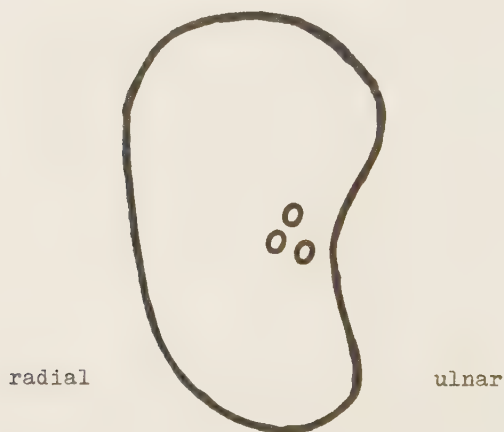
sind. Die größten traumatischen Höhlen sieht man im mittleren Drittel. Im proximalen Drittel können sie sich wegen der Kleinheit dieses Fragments nicht entwickeln (72,73,74).

Rettig fand, daß die meisten posttraumatischen Cysten quer zum Navikularekörper in Höhe des Frakturspaltes liegen. Seiner Meinung nach sind sie aber schlecht von den primären Cysten abzugrenzen (57). Ravelli (54) dagegen fand, daß sich die posttraumatischen Höhlenbildungen im Navikulare, die sich durch Resorption zertrümmerter bzw. nekrotischer Spongiosabezirke entwickeln, leicht abgrenzen lassen.

Interessant dazu sind auch Kappis Ausführungen: Er beschreibt die "Höhlungen" im Röntgenbild als bindegewebige Umwandlungen des Knochens bzw. überhaupt als Verdrängung oder Zerstörung des Knochens verschiedenster Ursachen. Die Höhlen waren bei ihm meist klein, verschwanden zuweilen im Laufe der Zeit, zuweilen wurden sie nur kleiner oder blieben auch dauernd erhalten. Die Aufhellung erklärt er sich so, daß es in dem spongiösen Kahnbein zu mehreren Bruchebenen kommt, so daß meistens ganze Knochenstücke völlig von Bruchflächen umgeben sind und sie deswegen nekrotisch werden. Außer Nekrosen können auch intraossale Hämatome zu Knochendefekten oder cystenähnlichen Gebilden führen. Auch bei spättraumatischen Höhlenbildungen fand er die Höhlen selten im Bereich der offenkundigen Bruchstellen, entgegen der Meinung anderer Autoren, so daß unklar war, ob die Höhlenbildung die Folge einer zweiten Fraktur, eines Hämatoms oder einer anderen posttraumatischer Veränderung war, ob sie schon vor dem Unfall bestand, oder ob sie eine klassische Atrophie darstellt (32).

4.5.2.2. Gefäßlöcher

Eine andere Art von Cysten im Handwurzelbereich klärte Ravelli auf (54). Runde, leicht sklerosierte Cysten in der Mitte des Kahnbeines und vor allem auch im Capitatum sind nach seinen Untersuchungen eintretende Gefäßkanäle. Doch viele von den an anatomischen Präparaten nachweisbaren Gefäßlöchern sind im Röntgenbild wegen ihrer Lage und Richtung überhaupt nicht zu sehen, oder nur bei bestimmten Projektionen, wobei es auch die seitliche Projektion sein kann, die die einzelnen Gefäße aufdeckt.



Lokalisation der meisten Gefäßlöcher im Navikulare
(nach Ravelli)

Es ist schwer, diese normalen Gefäßlöcher im Röntgenbild von pathologischen Erscheinungen abzugrenzen. Dazu muß man auch die Veränderungen an den anderen Knochen betrachten. Gewiß kann die Lage der cystoiden Aufhellungen und ihrer Gefäße sowie das Fehlen jeglicher anderer Veränderungen der Handwurzelknochen für die meisten Gefäßkanäle genügend Beweiskraft besitzen. Die größten Gefäßlöcher findet man im Capitatum (2 - 3 mm). Von den posttraumatischen Cysten lassen sich die Gefäßlöcher leicht abgrenzen, vor allem durch ihre Lage in der Mitte des Knochens.

4.5.2.3. Projektionscysten

Kappis hat auf andere normale Struktureigentümlichkeiten in den Handwurzelknochen bzw. projektivistische Möglichkeiten, die cystoide Aufhellungen vorweisen können, hingewiesen. So soll dies zuweilen an der radialen Seite des Kahnbeines oder in dessen Mitte der Fall sein, wo die Knochenstruktur lockerer und weitmaschiger gebaut ist.

Auch Horvath berichtet von histologischen Veränderungen an der lateralen Seite des mittleren und distalen Drittels des Navikulare, die er als "locus minoris resistentiae" bezeichnet und die bei der Verknöcherung der beiden Navikularekerne entstanden sein sollen. Ebenfalls wird dort auch eine Abnahme der Kortikalis beschrieben. Eine andere Möglichkeit für diese cystenähnlichen Projektionen sieht er in porotischen Strukturen verschiedenen Typs. Dabei ist das Trabekelsystem an diesen Stellen durch Ca-Mangel rarefiziert. Er fand diese Stellen in normalen Röntgenbildern und vor allem auch im Lunatum mit

unregelmäßiger Figur und Lokalisation, die wie multiple Cysten aussahen. Bei vergrößerten Aufnahmen konnten diese Gebilde dann nicht mehr demonstriert werden, während eine rarefizierte und hypertrophische Knochenbälkchenstruktur gut erkennbar war. Somit imitiert häufig eine porotische Knochenstruktur im normalen Röntgenbild Cysten (12,31,32,44,54,58).

4.5.2.4. Pseudocysten arthrotischen Ursprungs

Pseudocysten arthrotischen Ursprungs in den Handwurzelknochen sind randständige Aufhellungen cystischer Natur, meist einzeln, selten multipel, die subchondral unter der Gelenkfläche lokalisiert sind. Ihre Umgebung ist meist sklerotisch mitverändert und zeigt oft auch eine Knochenhypertrophie bis in die Tiefe. Arthroseindizierte Pseudocysten kommen hauptsächlich bei älteren Patienten vor. Durch Mikrotraumata und Blutungen hauptsächlich in das Subchondrium bei der täglichen Belastung werden die Trabeulae brüchig. Verbunden mit der folgenden Osteolyse entwickelt sich das radiologische Bild einer Pseudocyste. Dies ist sehr häufig im Navikulare der Fall. Auch Ravelli bezeichnet subchondrale Spongiosacysten, sei es in der Form glattwandiger, gelenkwärts von einer Schlißfläche überzogenen Höhle oder in der Form randständiger Gruben der Gelenkfläche, sowohl durch ihre Lokalisation als auch durch die übrigen röntgenologischen Zeichen als Cysten arthrotischen Ursprungs, die leicht von den anderen Cystenformen zu unterscheiden sind (31,54).

4.6. Kalkgehalt der Fragmente

Die Veränderungen im Kalkgehalt sind auf eine Zerreißung von ernährenden Blutgefäßen zurückzuführen. Es kommt zu einer Durchblutungsstörung und die Folge ist die Kalkdichte des proximalen Fragmentes. Man kann sie manchmal schon 2 Wochen nach dem Unfall beobachten. Diese Durchblutungsstörung ist aber ein reversibler Vorgang, der nicht mit der irreversiblen aseptischen Nekrose verwechselt werden darf. Trojan fand, daß in 84 % der veralteten Brüche ein kalkdichtes proximales Fragment bestand.

Das kalkdichte Fragment wird während der Ruhigstellung vom peripheren Bruchstück her revaskularisiert. Man kann diesen Vorgang an der zunehmenden Aufhellung des proximalen Bruchstückes von distal nach proximal verfolgen.

Eine Ruhigstellung verursacht eine Demineralisierung sowohl auf der Seite der Fraktur als auch allgemein dort, wo die Blutversorgung noch in Ordnung ist. Wenn also dann ein Fragment in normaler Kalkdichte auf dem Röntgenbild verbleibt, dann darf also vermutet werden, daß seine Ernährung nicht mehr gleich ist (57,63,72,73,74).

4.7. Abdeckung

Im weiteren Verlauf eines veralteten Bruches kommt es dann zur Ausbildung einer echten Pseudarthrose. Die Bruchstücke schließen sich mit der Zeit mit einem kalkdichten Knochendeckel gegeneinander ab. Die Entscheidung

ob eine Abdeckelung vorliegt, kann sich manchmal auch schwierig gestalten. Erst das Drehbild in leichter Pronation zeigt dann, daß mitunter tatsächlich schon eine abgedeckelte Pseudarthrose vorliegt.

4.8. Aseptische Nekrose

Die aseptische Nekrose wurde erstmals von Preisser 1910 beschrieben. Weitere Synonyma sind die traumatische Osteomalazie und die Osteochondritis.

Nach den meisten Autoren kommt die aseptische Nekrose meistens bei Arbeitern vor, deren Hände starken Vibrationen ausgesetzt sind, also Bergleuten, Kraftfahrern, Waldarbeiters usw.

Nach Pöschl sieht man die aseptische Nekrose im Anfangsstadium am leicht verdichteten Bezirk im Kahnbein, der diffus in normale Struktur übergeht. Der ganze Knochen scheint auch etwas formverändert. Die Verdichtung nimmt im weiteren Verlauf an Intensität und Ausdehnung zu. Der Knochen wird allmählich durchsetzt von fleckigen Aufhellungen und dazwischenliegenden Verdichtungen. Die sonst glatte Oberfläche wird rau und sinkt später ein, so daß eine Verkleinerung des Knochens vorwiegend in der Richtung der Längsachse der Hand vor sich geht und eine leichte Verbreiterung dorsovolar am Leitenbild sichtbar wird. Manchmal ist es schwierig, die cystischen Nekroseguben von den posttraumatischen Cysten zu unterscheiden. Es kommt aber überhaupt auch eine mehr cystische Form vor. Während in der distalen Navikularepartie die Veränderungen oberflächlicher sind, ist im mittleren und lunären Teil die Nekrose meistens stärker und

tiefgreifender, gelegentlich bis zum Zerfall des Knochens in einzelne Stückchen und Krümel. Rettig teilt die aseptische Kahnbeinnekrose in eine Cystenform und eine sklerosierende Form ein.

aseptische Kahnbeinnekrose

Cystenform	sklerosierende Form
- spontan	- spontan
- posttraumatisch	- posttraumatisch
- postsklerotisch	

Bei der spontanen Form der nekrobiotischen Cysten muß als Ursache eine anlagebedingte Knochenminderwertigkeit, endogene Faktoren und vor allem mechanische Biege- und Druckbeanspruchung angenommen werden.

Die sklerosierende Form der Kahnbeinnekrose kann über das Stadium des scholligen Zerfalls zu einer erheblichen Deformierung des Kahnbeines mit all seinen Folgen führen.

Beim Großteil der Navikularennekrose wurden klinische Symptome vermißt, während die Lunatumnekrose mit eingeschränkter Funktion, Druckschmerzhaftigkeit und Crepitation einhergeht (31,53,57,64).

4.9. Sekundäre degenerative Veränderung der Handwurzel

Am häufigsten sieht man umschriebene Arthrosen am Speichengriffel und am Kahnbein. Diese arthrotischen Veränderungen können sich allmählich auch auf die übrigen Handwurzelknochen ausbreiten. Die Arthrose ist durch die qualitativen und quantitativen Veränderungen des Gelenkknorpels charakterisiert. Der hyaline Gelenkknorpel verschwindet, starres fibrotisches Gewebe nimmt zu, Höhlungen entstehen im Subchondrium und die Gelenkränder sind durch Osteophyten deformiert (31,72,73,74).

4.10. Morbus Sudeck

Der Morbus Sudeck ist durch bandförmige Aufhellungen der Hand definiert. Man findet vor allem auch an den Stellen der früheren Epiphysenfugen einen schmalen, quer verlaufenden, dichten Streifen. Erklärt wird dies durch Störungen der Blutversorgung, verbunden mit Störungen des örtlichen Stoffwechsels. Dies läßt sich auch an der fleckigen oder scheckigen Entschattung der Spongiosa sehen (33,53,54).

4.11. Zeichen der knöchernen Verheilung

Der Kahnbeinbruch ist erst dann mit Sicherheit als geheilt anzusehen, wenn die Bruchzone restlos mit neuem Knochengewebe aufgefüllt und nicht mehr sichtbar ist. Wenn das neue Knochengewebe auch schon eine gewisse Struktur erkennen läßt, dann ist der Bruch auf jeden

Fall geheilt. Besonders ist darauf zu achten, daß der Bruchspalt an der ulnaren Seite überbrückt ist. Die Revaskularisierung des proximalen Teiles ist in gewissem Sinn auch ein Gradmesser für die knöcherne Heilung. Es muß aber mindestens ein Drittes des proximalen Bruchstückes wieder aufgeheilt sein (72,73,74).

5. M E T H O D E

Zur Erfassung der Nachuntersuchung wurde folgender Fragebogen aufgestellt:

1. Personalien
2. Hand re li Händigkeit
3. Unfallhergang
4. Dauer der Pseudarthrose
5. Dauer des Klinikaufenthaltes
6. Dauer der pOP Arbeitsunfähigkeit
7. Dauer des pOP Gipsverbandes
8. Materialentfernung
9. Vorbehandlungen
10. Funktionen:
 - a) Beweglichkeit nach Neutral-Null-Methode
jeweils der kranken und der gesunden Hand

Supination - Pronation
Dorsal - Volarflexion
Radial - Ulnarabduktion

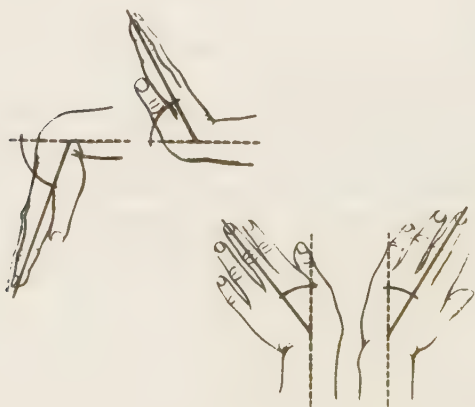


Abb. 9:

Messung der Beweglichkeit in Dorsal- und
Volarflexion und in Radial-Ulnarabduktion

b) Kraftmessung in bar jeweils der kranken
und der gesunden Hand

mit großem Ball

mit kleinem Ball

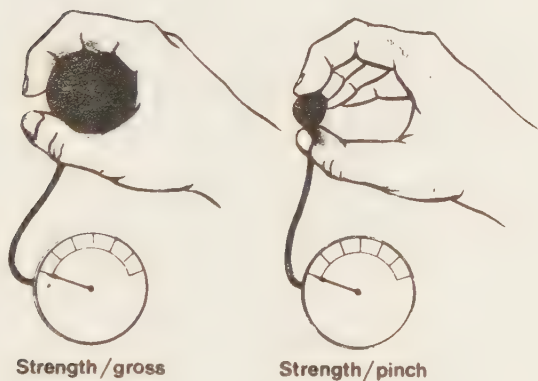


Abb. 10:

Messung der groben und feinen Kraft

11. subjektive Angaben der Patienten:

- a) Beschwerden
 - stark
 - mittel
 - keine
- b) Wetterempfindlichkeit
- c) Druckschmerz über der Tabatiere
- d) Daumenstauchungsschmerz
- e) Zeigefingerstauchungsschmerz
- f) Vergleich vor/nach der OP
 - besser
 - gleich
 - schlechter
- g) zufrieden - nicht zufrieden

12. Beruf

13. röntgenologische Befunde:

- a) Bruchlokalisation
 - proximal
 - mitte
 - distal
- b) Bruchtyp
 - horizontalschräg
 - quer
 - vertikalschräg
- c) Plus-Minus-Variante des Radius
- d) Dauer bis zur Konsolidierung
- e) Bruchspalt
- f) Dislokation

- g) Bruchrand
 - glatt
 - gezackt
- h) Sklerosesaum
 - breit
 - mittel
 - fein
- i) Cysten
 - zentral
 - randständig
 - solitär
 - multipel
- j) Kalkgehalt
 - aufgelockert
 - verdichtet
- k) Knochenstruktur
 - unregelmäßig
 - fleckig
 - gleichmäßig
- l) Oberfläche
 - glatt
 - rauh
- m) Formveränderung
- n) Stufenbildung
 - deutlich
 - kaum
- o) Zusammensintern des Kahnbeines
- p) Abdeckelung
- q) aseptische Nekrose

- r) arthrotische Gelenkflächen
 - zum Radius
 - zum Lunatum
 - zum Trapezium
 - zum Trapezoideum
 - zum Capitatum
- s) Sudeck
- t) Besonderheiten
- u) Fortbestand der Pseudarthrose

6. ER G E B N I S S E

6.1. Verschraubungen

1. Zahl der Patienten

Die Zahl Verschraubungen betrug 33, davon wurden 10 Patienten zusätzlich mit einem Span aus dem distalen Radius und 3 Patienten mit einem Span aus dem Beckenkamm verschraubt.

2. Alter der Patienten

Das Durchschnittsalter belief sich auf 24 Jahre.

3. Pseudarthroseneinteilung

Summe	distal	mitte	proximal
33	6	14	13
100 %	18 %	42 %	40 %

4. Bruchspaltverlauf

Summe	horizontal- schräg	quer	vertikal- schräg
33	4	26	3
100 %	12 %	78 %	9 %

5. 3. und 4. kombiniert

	distal	mitte	proximal	Summe
horizontal-schräg	2 (6 %)	1 (3 %)	1 (3 %)	4 (12 %)
quer	2 (3 %)	12 (36%)	12 (36%)	26 (78 %)
vertikal-schräg	2 (6 %)	1 (3 %)	---	3 (9 %)
Summe	6 (15%)	14 (45%)	13 (39%)	33 (100 %)

6. Alter der Pseudarthrosen

Das Alter der Pseudarthrosen und Frakturen lag zwischen 2,5 Monaten bis zu 20 Jahren.

In 18 Fällen betrug die Zeit vom Unfall bis zur Operation 1 Jahr. Bei 6 Fällen war die Dauer der Pseudarthrose unbekannt.

7. Zeit Operation - Nachuntersuchung

Die Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug im Schnitt 23,5 Monate, 8 Jahre war die längste und 4,5 Monate die kürzeste Zeit.

8. Vorbehandlungen

Keine Erkennung und keine Therapie	21 Fälle
Gips zwischen 2 Wochen und 9 Monaten	8 Fälle
Behandlung auf verstauchte Hand	2 Fälle
Refraktur	1 Fall
Verschraubung	1 Fall

d.h., daß in 63 % unsere Patienten keine Erstbehandlung erhielten und bei nur 24 % vorübergehend das Handgelenk ruhiggestellt wurde.

9. Operation, Krankenhausaufenthalt, Anzahl der einzelnen Operationen in den einzelnen Jahren

1972	1977	1978	1979	1980
1	1	16	9	6

Der durchschnittliche Krankenhausaufenthalt lag bei 6,4 Tagen.

Sämtliche Wunden verheilten per primam.

Alle Patienten wurden krankengymnastisch nachbehandelt.

10. Art und Dauer der Immobilisation

Alle Frischoperierten wurden mit einer Gipsschiene mit Daumeneinschluß versorgt.

Patienten	Gipsdauer
19	4 - 8 Wochen
14	9 - 14 Wochen

11. Arbeitsunfähigkeit

10 Patienten befanden sich zur Zeit der Operation noch im Schulverhältnis, so daß keine Arbeitsunfähigkeit angegeben werden kann.

3,5 Monate betrug die durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit bei den erwachsenen Patienten. Die längste lag bei 9 Monate nach der Operation.

bis 3 Monate nach OP	13 Patienten
bis 6 Monate nach OP	6 Patienten
bis 9 Monate nach OP	4 Patienten

12. Materialentfernung

Die Materialentfernung fand im Durchschnitt nach einem Jahr statt.

Der Krankenhausaufenthalt zur Materialentfernung lag durchschnittlich bei 5 Tagen, dabei wurden die Patienten nochmals für 7 Wochen krankgeschrieben.

13. Ergebnisse

Von den 33 Verschraubungen sind 14 (42 %) weiterbestehende Pseudarthrosen. Auch von den 10 Schülern haben 5 noch eine Pseudarthrose.

a) nach Lokalisation

Erfolge: 19

	guter Schrauben- sitz	schlechter Schrauben- sitz	Alter Ø	Gips
distal	2 (6 %)	1 (3 %)	25 J.	9,6 Wochen
mitte	9 (27%)	2 (6 %)	26 J.	9,8 Wochen
proximal	5 (15%)	---	28,6 J.	6,4 Wochen

Trotz 3 schlecht sitzender Schrauben = 9 % gute Verheilung.

Fortbestehende Pseudarthrosen: 14

	guter Schrauben- sitz	schlechter Schrauben- sitz	Alter Ø	Gips
distal	1 (3 %)	2 (6 %)	25,5 J.	6,6 Wochen
mitte	2 (6 %)	2 (6 %)	25,5 J.	8,7 Wochen
proximal	3 (9 %)	4 (12%)	23 J.	11,4 Wochen
Summe	6 (18%)	8 (24%)		

Trotz 6 gut sitzender Schrauben = 18 % fortbestehende Pseudarthrose.

b) nach Bruchtyp

Erfolge: 19

	guter Schrauben- sitz	schlechter Schrauben- sitz	Alter Ø	Gips
horizontal- schräg	---	1 (3 %)	20 J.	13 Wochen
quer	13 (39%)	2 (6 %)	26 J.	8,5 Wochen
vertikal- schräg	3 (9 %)	---	31 J.	9,3 Wochen
Summe	16 (48%)	3 (9 %)		

Fortbestehende Pseudarthrosen: 14

	guter Schrauben- sitz	schlechter Schrauben- sitz	Alter Ø	Gips
horizontal- schräg	3 (9 %)	---	22 J.	6 Wochen
quer	3 (9 %)	8 (24%)	24 J.	9,8 Wochen
vertikal- schräg	---	---		
Summe	6 (18%)	8 (24%)		

c) kombiniert nach Bruchlokalisation und
Bruchtyp

Erfolge: 19

	horizontal- schräg	quer	vertikal- schräg	Summe
distal	1 (3 %)	---	2 (6 %)	3 (9 %)
mitte	---	9 (27%)	1 (3 %)	10 (30%)
proximal	---	6 (18%)	---	6 (18%)
Summe	1 (3 %)	15 (45%)	3 (9 %)	19 (58%)

fortbestehende Pseudarthrosen: 14

	horizontal- schräg	quer	vertikal- schräg	Summe
distal	1 (3 %)	2 (6 %)	---	3 (9 %)
mitte	1 (3 %)	3 (9 %)	---	4 (12%)
proximal	1 (3 %)	6 (18%)	---	7 (21%)
Summe	3 (9 %)	11 (33%)	---	14 (42%)

14. subjektive Angaben der Patienten

	Erfolge	Pseudarthrosen
zufrieden	17 (51%)	11 (30%)
nicht zufrieden	2 (6 %)	3 (9 %)
besser	16 (48%)	8 (24%)
gleich	2 (6 %)	4 (12%)
schlechter	1 (3 %)	2 (6 %)
Beschwerden stark	6 (18%)	3 (9 %)
Beschwerden mittel	7 (21%)	6 (18%)
Beschwerden keine	6 (18%)	5 (15%)

15. röntgenologische Befunde

Fortbestehende Pseudarthrosen: 14

Erfolge: 19

VORHER 7	NACHHER 14			VORHER 11	NACHHER 19
7 (100%)	14 (100%)	Bruchspalt		9 (81%)	
5 (71%)	11 (78%)	Dislokation		6 (54%)	2 (10%)
3 (42%)	1 (7 %)	glatt	Bruchrand	2 (18%)	4 (21%)
4 (57%)	13 (92%)	gezackt		8 (72%)	3 (15%)
2 (28%)	9 (64%)	breit	Sklerosesaum		
2 (28%)	6 (42%)	mittel		4 (36%)	7 (36%)
3 (42%)		fein		5 (45%)	4 (21%)
2 (28%)	6 (42%)	zentral	Cysten	5 (45%)	6 (31%)
1 (14%)	2 (14%)	randständig			1 (5 %)
		solitär		3 (27%)	3 (15%)
	8 (57%)	multipel			1 (5 %)
		Verkalkungen			
	2 (14%)	aufglockert	Kalk-Gehalt	5 (45%)	5 (15%)
2 (28%)	7 (50%)	verdichtet		2 (18%)	4 (21%)
	2 (14%)	unregelmäßig fleckig	Knochen-Struktur	1 (9 %)	1 (5 %)
3 (42%)	9 (64%)	gleichmäßig		7 (63%)	14 (73%)
6 (85%)	9 (64%)	glatt	Oberfläche	6 (54%)	13 (68%)
1 (14%)	3 (21%)	rauh		2 (18%)	4 (21%)
1 (14%)	2 (14%)	Formveränderung		3 (27%)	1 (5 %)
2 (28%)	10 (71%)	deutlich	Stufenbildung	4 (36%)	1 (5 %)
5 (71%)	3 (21%)	kaum		6 (54%)	7 (36%)
1 (14%)	2 (14%)	Zusammensintern		1 (9 %)	
7 (100%)	14 (100%)	Abdeckelung		9 (81%)	
2 (28%)	2 (14%)	aseptische Nekrose			
4 (28%)		Trapezium	arth. Gelenkflächen	1 (9 %)	4 (21%)
		Trapezoideum		1 (9 %)	
1 (14%)	9 (64%)	Nav.Lunatum		1 (9 %)	6 (31%)
	1 (7 %)	Nav.Capitatum			4 (21%)
1 (14%)	11 (78%)	Nav.Radius		1 (9 %)	11 (57%)
	1 (7 %)	Osteoporose			
		Sudeck		1 (9 %)	

16. Kraftminderung in % zur Gegenhand und unterschieden nach Haupt- und Nebenhand

a) fortbestehende Pseudarthrosen: 14

Haupthand: 6	großer Ball	kleiner Ball
0 - 15%	3 (50%)	4 (66%)
16 - 30%	1 (16%)	1 (16%)
31 - 50%	2 (32%)	
51 -100%		

Nebenhand: 8

0 - 15%	1 (12%)	6 (75%)
16 - 30%	5 (62%)	1 (12%)
31 - 50%	1 (12%)	1 (12%)
51 -100%	1 (12%)	

b) verheilte Pseudarthrosen: 18

Haupthand: 6

0 - 15%	3 (50%)	4 (66%)
16 - 30%	1 (16%)	
31 - 50%	1 (16%)	2 (32%)
51 -100%	1 (16%)	

Nebenhand: 12

0 - 15%	6 (50%)	9 (75%)
16 - 30%	3 (25%)	3 (25%)
31 - 50%	3 (25%)	
51 -100%		

6.2. Elektrodynamische Knochenbruchbehandlung

1. Zahl der Patienten

Von den einbestellten Patienten kamen 9, die einer elektrodynamischen Knochenbruchbehandlung unterzogen waren.

2. Alter der Patienten

Das Durchschnittsalter dieser Patienten lag bei 30 Jahren.

3. Pseudarthroseneinteilung

Summe	distal	mittel	proximal
9	2	5	2
100 %	22 %	55 %	22 %

4. Bruchspaltverlauf

Summe	horizontal- schräg	quer	vertikal- schräg
9	2	4	3
100 %	22 %	44 %	33 %

5. 3. und 4. kombiniert

	distal	mitte	proximal	Summe
horizontal-schräg	---	---	2 (22%)	2 (22%)
quer	---	4 (44%)	---	4 (44%)
vertikal-schräg	2 (22%)	1 (11%)	---	3 (33%)
Summe	2 (22%)	5 (55%)	2 (22%)	9 (100%)

6. Alter der Pseudarthrosen

Das Alter der Pseudarthrosen und Frakturen lag zwischen 3 Monaten und 20 Jahren.
In einem Fall war die Dauer der Pseudarthrose unbekannt. In fünf Fällen lag das Alter der Pseudarthrose bis zu einem Jahr.

7. Zeit Operation - Nachuntersuchung

Die Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug im Schnitt fast 4 Jahre (47 Monate). 6 Jahre war die längste und 3 Jahre die kürzeste Nachuntersuchungszeit.

8. Vorbehandlung

Keine Erkennung und Therapie	3 Fälle
Navikularegips zwischen 2 - 5 Monaten	4 Fälle
Schiene für 1 Woche	1 Fall
CTS-Operation	1 Fall

Somit ist in 33 % der Fälle keine Erstbehandlung erfolgt.

9. Operation, Krankenhausaufenthalt, Anzahl der Operationen in den einzelnen Jahren

1974	1975	1977
1	1	7

Der Krankenhausaufenthalt lag im Schnitt bei 17 Tagen.

10. Art und Dauer der pOP-Immobilisation

Alle Patienten wurden mit einer Gipsschiene nach der Operation für durchschnittlich 6 Wochen ruhiggestellt. Zugleich wurde täglich die elektrodynamische Behandlung 3 x 2 Stunden am Tag für 6 Wochen durchgeführt.

Krankengymnastische Nachbehandlung wurde nur in zwei Fällen in Anspruch genommen.

11. Arbeitsunfähigkeit

Ein Patient befand sich zur Zeit der Operation noch im Schulverhältnis, so daß keine Arbeitsunfähigkeit angegeben werden kann.

3,3 Monate betrug die durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit bei den erwachsenen Patienten. Die längste lag bei 5,5 Monaten, die kürzeste bei 1,5 Monaten.

12. Materialentfernung

Die Materialentfernung fand im Durchschnitt nach 10 Tagen statt. Bei einem Patienten wurde bei Materialentfernung noch eine Spongiosaplastik durchgeführt. In 3 Fällen war der Elektroüberträger abgebrochen und machte eine Materialentfernung notwendig. Der Krankenhausaufenthalt zur Materialentfernung lag durchschnittlich bei 4 Tagen, dabei wurden die Patienten nochmals für 2 Wochen krankgeschrieben.

13. Ergebnisse

Von den 9 zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten mit elektrodynamischer Knochenbruchbehandlung sind 5 (55 %) fortbestehende Pseudarthrosen

a) nach Bruchlokalisation

Erfolge: 4

	guter Schrauben- sitz	schlechter Schrauben- sitz	Alter Ø	Gips
distal	---	1 (11%)	18 J.	2 Wochen
mitte	1 (11%)	1 (11%)	22 J.	6,5 Wochen
proximal	1 (11%)	---	43 J.	6 Wochen
Summe	2 (22%)	2 (22%)		

Fortbestehende Pseudarthrosen: 5

	guter Schrauben- sitz	schlechter Schrauben- sitz	Alter Ø	Gips
distal	1 (11%)	---	15 J.	4 Wochen
mitte	3 (33%)	---	41,6 J.	6,6 Wochen
proximal	1 (11%)	---	30 J.	6 Wochen
Summe	5 (54%)			

b) nach Bruchtyp

Erfolge: 4

	guter Schrauben- sitz	schlechter Schrauben- sitz	Alter Ø	Gips
horizontal- schräg	1 (11%)	---	43 J.	6 Wochen
quer	1 (11%)	1 (11%)	22 J.	6,5 Wochen
vertikal- schräg	---	1 (11%)	18 J.	2 Wochen
Summe	2 (22%)	2 (22%)		

Fortbestehende Pseudarthrosen: 5

	guter Schrauben- sitz	schlechter Schrauben- sitz	Alter Ø	Gips
horizontal- schräg	2 (22%)	---	31 J.	6 Wochen
quer	1 (11%)	---	34 J.	6 Wochen
vertikal- schräg	2 (22%)	---		
Summe	5 (55%)			

c) kombiniert nach Bruchtyp und Bruchlokalisation

Erfolge: 4

	horizontal- schräg	quer	vertikal- schräg	Summe
distal	---	---	1 (11%)	1 (11%)
mitte	---	2 (22%)	---	2 (22%)
proximal	1 (11%)	---	---	1 (11%)
Summe	1 (11%)	2 (22%)	1 (11%)	4 (44%)

Fortbestehende Pseudarthrosen: 5

	horizontal- schräg	quer	vertikal- schräg	Summe
distal	---	---	1 (11%)	1 (11%)
mitte	1 (11%)	1 (11%)	1 (11%)	3 (33%)
proximal	1 (11%)	---	---	1 (11%)
Summe	2 (22%)	1 (11%)	2 (22%)	5 (55%)

14. subjektive Angaben der Patienten

	Erfolge	Pseudarthrosen	Summe
zufrieden	3 (33%)	4 (44%)	7 (77%)
nicht zufrieden	1 (11%)	1 (11%)	2 (22%)
besser	3 (33%)	3 (33%)	6 (66%)
gleich	---	1 (11%)	1 (11%)
schlechter	1 (11%)	1 (11%)	2 (22%)
Beschwerden stark	---	1 (11%)	1 (11%)
Beschwerden mittel	3 (33%)	2 (22%)	5 (55%)
Beschwerden keine	1 (11%)	2 (22%)	3 (33%)

15. Elektrodynamische Knochenbruchbehandlung

Fortbestehende Pseudarthrosen: 5

Erfolge: 4

VORHER 2	NACHHER 5			VORHER 5	NACHHER 4
2 (100%)	5 (100%)	Bruchspalt		3 (100%)	
2 (100%)	5 (100%)	Dislokation		3 (100%)	
1 (50%)	3 (60%)	glatt	Bruchrand	1 (33%)	
1 (50%)	2 (40%)	gezackt		2 (66%)	
	3 (60%)	breit	Sklerosesaum		
1 (50%)	2 (40%)	mittel		1 (33%)	1 (25%)
1 (50%)		fein		1 (33%)	2 (50%)
	3 (60%)	zentral	Cysten	2 (66%)	2 (50%)
1 (50%)	1 (20%)	randständig		2 (66%)	2 (50%)
		solitär			
	4 (80%)	multipel		2 (66%)	3 (75%)
		Verkalkungen			
	1 (20%)	aufgelockert	Kalk-Gehalt	2 (66%)	
	2 (40%)	verdichtet			1 (25%)
	1 (20%)	unregelmäßig fleckig	Knochen-Struktur	1 (33%)	
	3 (60%)	gleichmäßig		1 (33%)	3 (75%)
	2 (40%)	glatt	Oberfläche	2 (66%)	3 (75%)
2 (50%)	3 (60%)	rauh		1 (33%)	1 (25%)
		Formveränderung			
2 (50%)	5 (100%)	deutlich	Stufenbildung	3 (100%)	
		kaum		1 (33%)	
	1 (20%)	Zusammensintern			
1 (50%)	5 (100%)	Abdeckelung		2 (66%)	
		aseptische Nekrose			
1 (50%)	2 (40%)	Trapezium	arth.	1 (33%)	1 (25%)
		Trapezoideum			
	2 (40%)	Nav.Lunatum	Gelenkflächen	1 (33%)	2 (50%)
	2 (40%)	Nav.Capitatum			1 (25%)
1 (50%)	3 (60%)	Nav.Radius		1 (33%)	3 (75%)
		Sudeck		1 (33%)	

16. Kraftminderung in % zur Gegenhand und unterschieden nach Haupt- und Nebenhand

a) fortbestehende Pseudarthrosen: 5

Haupthand: 4	großer Ball	kleiner Ball
0 - 15%		1 (25%)
16 - 30%		3 (75%)
31 - 50%	3 (75%)	
51 -100%		

Nebenhand: 1

0 - 15%	1 (25%)	1 (25%)
16 - 30%		
31 - 50%		
51 -100%		

b) verheilte Pseudarthrosen: 4

Haupthand: 2

0 - 15%	1 (25%)	2 (50%)
16 - 30%	1 (25%)	
31 - 50%		
51 -100%		

Nebenhand: 2

0 - 15%		2 (50%)
16 - 30%		
31 - 50%	2 (50%)	
51 -100%		

6.3. Ergebnisse bei Siliconprothesen

1. Zahl der Patienten

Siliconprothesen wurden bis heute in München durchgeführt. Bis August 1982 wurden in der Handchirurgischen Abteilung 60 Navikulare-Siliconprothesen implantiert. Jedoch konnten wegen der zu geringen Nachuntersuchungszeit nur 20 Patienten bewertet werden, davon:

- 10 proximale Teilprothesen
- 3 distale Teilprothesen
- 3 Handgelenksprothesen
- 4 Vollprothesen

2. Alter der Patienten

Das Durchschnittsalter belief sich auf 36 Jahre.

3. Pseudarthroseneinteilung

Summe	distal	mitte	proximal
15	2	9	4
100 %	13 %	60 %	27 %

4. Bruchspaltverlauf

Summe	horizontal schräg	quer	vertikal- schräg
15	2	12	1
100 %	13 %	80 %	7 %

5. 3. und 4. kombiniert

	distal	mitte	proximal	Summe
horizontal-schräg	---	2 (13%)	---	2 (13%)
quer	1 (6 %)	7 (47%)	4 (27%)	12 (80%)
vertikal-schräg	1 (6 %)	---	---	1 (6 %)
Summe	2 (13%)	9 (60%)	4 (27%)	15 (100%)

6. Alter der Pseudarthrosen

Das Alter der Pseudarthrosen lag nach Auskunft der Patienten zwischen 2 Monaten und 35 Jahren.

In 7 Fällen betrug die Zeit vom Unfall bis zur Operation 1 Jahr. Bei 8 Fällen war die Dauer der Pseudarthrose unbekannt.

7. Zeit Operation - Nachuntersuchung

Alle Patienten wurden innerhalb eines Jahres nachuntersucht.

8. Vorbehandlungen

11 Patienten hatten keine Voroperation

(davon 3 Handgelenkprothesen)

4 Patienten waren primär verschraubt worden

3 Patienten hatten eine Verspannung (einer sogar zweimal)

1 Patient war mit elektrodynamischer Knochenbruchbehandlung vorbehandelt

Zweimal waren die Prothesen in der Zeit luxiert (eine proximale und eine distale Teilprothese).

9. Operation, Krankenhausaufenthalt, Anzahl der einzelnen Operationen in den einzelnen Jahren

1979	1980
------	------

1	19
---	----

Der durchschnittliche Krankenhausaufenthalt lag bei 7 Tagen.

10. Dauer des postoperativen Gipses

Alle Patienten wurden mit einem Gips zwischen 3 und 8 Wochen ruhiggestellt.

11. Arbeitsunfähigkeit

5 Patienten befanden sich zur Zeit der Operation in einem Schulverhältnis oder waren bereits berentet, so daß eine Arbeitsunfähigkeit nicht angegeben werden kann.

3,4 Monate betrug die durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit bei den Patienten. Die längste lag bei 7 Monaten;

bis 3 Monate nach OP	7 Patienten
----------------------	-------------

bis 7 Monate nach OP	5 Patienten
----------------------	-------------

12. Ergebnisse

	Voll- prothese	proximal	distal	Handge- lenks- prothese
	(4)	(10)	(3)	(3)
zufrieden	3 (15%)	9 (45%)	3 (15%)	3 (15%)
nicht zufrieden	1 (5 %)	1 (5 %)		
Vergleich besser	2 (10%)	7 (35%)	1 (5 %)	3 (15%)
Vergleich gleich	2 (10%)	2 (10%)	1 (5 %)	
Vergleich schlechter		1 (5 %)	1 (5 %)	
Beschwerden stark				
Beschwerden mittel	2 (10%)	6 (30%)		3 (15%)
Beschwerden keine	2 (10%)	4 (20%)	3 (15%)	
Wetter- empfindlich- keit	1 (5 %)	2 (10%)	2 (10%)	
Druckschmerz	3 (15%)	4 (20%)		
Daumen- stauchungs- schmerz		1 (5 %)		
Zeigefinger- stauchungs- schmerz		2 (10%)		

13. Siliconprothesen

VORHER	NACHHER		VORHER 15 (100%)	NACHHER 16 (100%)
		Bruchspalt	14 (93%)	
		Dislokation	13 (87%)	
		glatt	9 (60%)	6 (38%)
		gezackt		
		breit	6 (40%)	2 (13%)
		mittel	6 (40%)	3 (19%)
		fein		
		zentral	9 (60%)	5 (31%)
		randständig	6 (40%)	3 (19%)
		solitär	6 (40%)	5 (31%)
		multipel	4 (27%)	1 (6 %)
		Sklerosesaum		6 (40%)
		Cysten		4 (25%)
		Verkalkungen		2 (13%)
		aufgelockert	5 (33%)	5 (31%)
		verdichtet	7 (47%)	7 (44%)
		unregelmäßig fleckig	5 (33%)	3 (19%)
		gleichmäßig	3 (20%)	1 (6 %)
		glatt	11 (73%)	5 (31%)
		rau	9 (60%)	5 (31%)
		Formveränderung		4 (20%)
		deutlich	3 (20%)	1 (6 %)
		kaum	11 (73%)	2 (13%)
		Zusammensintern		2 (13%)
		Abdeckung		1 (6 %)
		aseptische Nekrose		12 (80%)
		Trapezium	6 (20%)	6 (38%)
		Trapezoideum	3 (20%)	1 (6 %)
		Nav.Lunatum	6 (20%)	1 (6 %)
		Nav.Capitatum	10 (63%)	2 (13%)
		Nav.Radius	2 (13%)	8 (53%)
		Prothese luxiert		3 (81%)
		Sudeck		3 (19%)

14. Kraftminderung in % zur Gegenhand und unterschieden nach Haupt- und Nebenhand

Haupthand: 9	großer Ball	kleiner Ball
--------------	-------------	--------------

0 - 15%		2 (22%)
16 - 30%	3 (33%)	5 (55%)
31 - 50%	3 (33%)	
51 -100%	3 (33%)	1 (11%)

Nebenhand: 7

0 - 15%		3 (42%)
16 - 30%	1 (14%)	3 (42%)
31 - 50%	3 (42%)	
51 -100%	2 (28%)	

15. Bewegungseinschränkung bei Siliconplastiken

Supination:	Voll- prothese	distale Teil- prothese	proximale Teil- prothese
0 - 15%	3 (75%)	3 (100%)	8 (88%)
16 - 30%	1 (25%)		1 (12%)
31 - 50%			
51 -100%			

Pronation:			
0 - 15%	4 (100%)	3 (100%)	8 (100%)
16 - 30%			
31 - 50%			
51 -100%			

dorsal:			
0 - 15%	2 (50%)	1 (33%)	1 (12%)
16 - 30%			3 (37%)
31 - 50%	2 (50%)	2 (66%)	2 (25%)
51 -100%			2 (25%)

volar:			
0 - 15%			
16 - 30%	4 (100%)	2 (66%)	4 (50%)
31 - 50%			3 (38%)
51 -100%		1 (33%)	1 (12%)

	Voll- prothese	distale Teil- prothese	proximale Teil- prothese
radial:			
0 - 15%		1 (33%)	
16 - 30%			1 (12%)
31 - 50%		2 (66%)	2 (25%)
51 -100%	4 (100%)		5 (63%)
ulnar:			
0 - 15%			3 (37%)
16 - 30%	1 (25%)	1 (33%)	4 (50%)
31 - 50%	2 (50%)	1 (33%)	
51 -100%	1 (25%)	1 (33%)	1 (12%)

6.4. Sehneninterpositionen

1. Zahl der Patienten

Es wurden insgesamt 14 Sehneninterpositionen durchgeführt.

2. Alter der Patienten

Das Durchschnittsalter betrug 35 Jahre.

3. Pseudarthroseneinteilung

Summe	distal	mitte	proximal
14	1	3	9
100 %	7 %	21 %	63 %

Einmal bestand die Fraktur nur noch aus Trümmern.

4. Bruchspaltverlauf

Summe	horizontal- schräg	quer	vertikal- schräg	Trümmer
14	3	3	7	1
100 %	21 %	21 %	50 %	7 %

5. 3. und 4. kombiniert

	distal	mitte	proximal	Summe
horizontal-schräg	---	1 (8%)	2 (16%)	3 (24%)
quer	1 (8%)	1 (8%)	1 (8%)	3 (24%)
vertikal-schräg	---	1 (8%)	6 (46%)	7 (54%)
Summe	1 (8%)	1 (8%)	9 (70%)	13 (100%)

6. Alter der Pseudarthrosen

Das durchschnittliche Alter der Pseudarthrose lag bei 7 Jahren. In einem Fall war sie unbekannt. Nur in 2 Fällen lag die Pseudarthrosendauer unter 1 Jahr.

7. Zeit Diagnose - Nachuntersuchung

Die Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug im Schnitt 21,5 Monate. 4 Jahre war die längste, 2 Monate die kürzeste Zeit.

8. Vorbehandlungen

keine Vorbehandlung	8 Patienten
Navikularegips 2 Wochen	1 Patient
Navikularegips 10 - 12 Wochen	3 Patienten

Voroperationen:

Verschraubung bei demselben Patienten	2 x
Fragmententfernung	1 x
Verspannung und Spongiosaplastik	2 x

9. Operation, Krankenhausaufenthalt, Anzahl der einzelnen Operationen in den einzelnen Jahren

1976	1977	1978	1979	1980
1	2	4	5	2

Der durchschnittliche Krankenhausaufenthalt lag bei 7 Tagen.

10. Dauer der pOP-Immobilisation

Die Hand wurde für durchschnittlich 4,5 Wochen ruhiggestellt.

11. Arbeitsunfähigkeit

10 Wochen war die durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit, 12 Wochen die längste, 6 Wochen die kürzeste.

12. Resektionen

proximale Teilresektionen	11
distale Teilresektionen	2
Totalresektion nach Trümmerfraktur	1

12. Ergebnisse

	distale Resektion	proximale Resektion	Total- resektion
zufrieden	2 (15%)	8 (62%)	1 (7 %)
nicht zufrieden		2 (15%)	
Vergleich besser	2 (15%)	7 (54%)	1 (7 %)
Vergleich gleich		2 (15%)	
Vergleich schlechter		1 (7 %)	
Beschwerden stark		2 (15%)	1 (7 %)
Beschwerden mittel	1 (7 %)	4 (30%)	
Beschwerden keine	1 (7 %)	4 (30%)	
Wetter- empfindlich- keit		3 (23%)	1 (7 %)
Druckschmerz	1 (7 %)	6 (46%)	1 (7 %)
Daumen- stauchungs- schmerz		2 (15%)	
Zeigefinger- stauchungs- schmerz			

14. Sehneninterpositionen

VORHER	NACHHER		VORHER 8 (100%)	NACHHER 14 (100%)
		Bruchspalt	8 (100%)	
		Dislokation	6 (75%)	
		glatt	2 (75%)	8 (57%)
		gezackt	6 (75%)	5 (36%)
		breit	1 (12%)	5 (36%)
		mittel	6 (75%)	7 (50%)
		fein		
		zentral	4 (50%)	7 (50%)
		randständig	5 (63%)	6 (43%)
		solitär		1 (7 %)
		multipel	5 (63%)	10 (71%)
		Verkalkungen		8 (57%)
		aufgelockert	2 (25%)	2 (14%)
		verdichtet	3 (38%)	1 (7 %)
		unregelmäßig fleckig	3 (38%)	2 (14%)
		gleichmäßig	4 (50%)	8 (57%)
		glatt	3 (38%)	6 (43%)
		rau	6 (75%)	5 (36%)
		Formveränderung	1 (12%)	7 (50%)
		deutlich	6 (75%)	
		kaum		
		Zusammensintern	2 (25%)	
		Abdeckung	8 (100%)	13 (93 %)
		aseptische Nekrose	3 (38%)	
		Trapezium		
		Trapezoideum		
		Nav.Lunatum	4 (50%)	13 (93%)
		Nav.Capitatum	2 (25%)	5 (36%)
		Nav.Radius	5 (63%)	12 (86%)
		Sudeck		

15. Kraftminderung in % zur Gegenhand und unterschieden nach Haupt- und Nebenhand

Hauptband: 7	großer Ball	kleiner Ball
0 - 15%	2 (28%)	1 (14%)
16 - 30%	3 (42%)	4 (56%)
31 - 50%	2 (28%)	1 (14%)
51 -100%		
Nebenband: 7		
0 - 15%	2 (28%)	3 (42%)
16 - 30%	1 (14%)	1 (14%)
31 - 50%	2 (28%)	1 (14%)
51 -100%	1 (14%)	

6.5. Beckenkammspongiosa

1. Zahl der Patienten

Insgesamt wurden bei 6 Patienten diese Operation durchgeführt.

2. Alter der Patienten

Das Durchschnittsalter belief sich auf 30 Jahre.

3. Pseudarthroseneinteilung

Summe	distal	mitte	proximal
6		4	2
100 %		67 %	33 %

4. Bruchtyp

Summe	horizontal- schräg	quer	vertikal- schräg
6		4	2
100 %		67 %	33 %

5. 3. und 4. kombiniert

	distal	mitte	proximal	Summe
horizontal- schräg				
quer		3 (50%)	1 (17%)	4 (67%)
vertikal- schräg		1 (17%)	1 (17%)	2 (33%)
Summe		4 (67%)	2 (33%)	6 (100%)

6. Alter der Pseudarthrosen

Das Durchschnittsalter der Pseudarthrosen lag bei 8 Jahren. Nur in 2 Fällen bestand die Pseudarthrose unter 1 Jahr.

7. Zeit Operation - Nachuntersuchung

Die Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug im Schnitt 20 Monate. 9 Monate war die kürzeste, 43 Monate die längste Zeit.

8. Vorbehandlungen

keine Therapie	2 Patienten
auf Prellung behandelt	2 Patienten
Verschraubung	2 Patienten

Ein Patient wurden insgesamt fünfmal operiert:

1957 OP?
1973 verschraubt
1974 elektrodynamische Knochenbruchbehandlung
1975 nochmals verschraubt
1977 Spongiosaplastik

9. Operation, Krankenhausaufenthalt, Anzahl der einzelnen Operationen in den einzelnen Jahren

1977	1978	1979
1	1	4

Im Schnitt lagen die Patienten 7 Tage im Krankenhaus.

10. Dauer der pOP-Immobilisation

Die durchschnittliche Ruhigstellungszeit betrug 2,5 Monate.

11. Arbeitsunfähigkeit

Die pOP-Arbeitsunfähigkeit war bei 2,3 Monaten.

12. Ergebnisse

	distal	mitte	proximal
zufrieden		3 (50%)	2 (33%)
nicht zufrieden		1 (17%)	
Vergleich besser		3 (50%)	2 (33%)
Vergleich gleich		1 (17%)	
Vergleich schlechter			
Beschwerden stark			
Beschwerden mittel		3 (50%)	
Beschwerden keine		1 (17%)	2 (33%)
Wetter- empfindlich- keit		1 (17%)	2 (33%)
Druckschmerz		3 (50%)	2 (33%)
Daumen- stauchungs- schmerz			1 (17%)
Zeigefinger- stauchungs- schmerz			

13. Beckenkammspongiosa (6)

Fortbestehende Pseudarthrosen: 2

Erfolge: 4

Vorherige: 4					
VORHER 1	NACHHER 2			VORHER 4 (100%)	NACHHER 4 (100%)
1	2	Bruchspalt		4 (100%)	
	2	Dislokation		1 (25%)	1 (25%)
1	2	glatt	Bruchrand	1 (25%)	
		gezackt		4 (100%)	
1	2	breit	Sklerosesaum		
		mittel		3 (75%)	3 (75%)
		fein		1 (25%)	1 (25%)
	1	zentral	Cysten	1 (25%)	2 (50%)
	2	randständig		2 (50%)	2 (50%)
		solitär			1 (25%)
	2	multipel		2 (50%)	2 (50%)
		Verkalkungen			1 (25%)
	1	aufgelockert	Kalk-Gehalt		2 (50%)
	1	verdichtet		2 (50%)	
		unregelmäßig fleckig	Knochen-Struktur	1 (25%)	1 (25%)
		gleichmäßig		2 (50%)	2 (50%)
	1	glatt	Oberfläche	3 (75%)	2 (50%)
	1	rauh		1 (25%)	3 (75%)
		Formveränderung		1 (25%)	1 (25%)
	1	deutlich	Stufenbildung	1 (25%)	1 (25%)
1	1	kaum		3 (75%)	2 (50%)
		Zusammensintern			
1	2	Abdeckung		4 (100%)	
		aseptische Nekrose		1 (25%)	1 (25%)
		Trapezium	art Gelenkflächen		1 (25%)
		Trapezoideum			
	2	Nav.Lunatum			1 (25%)
		Nav.Capitatum			
	2	Nav.Radius			3 (75%)
		Sudeck			1 (25%)

6.6. Radiusspan

1. Zahl der Patienten

Die Spannung mit Spongiosa aus dem distalen Radius wurde bei 2 Patienten durchgeführt.

2. Alter der Patienten

Die Patienten waren 33 und 20 Jahre alt.

3. Pseudarthroseneinteilung

proximales Drittel	1
mittleres Drittel	1

4. Bruchspaltverlauf

quer	1
vertikalschräg	1

5. 3. und 4. kombiniert

proximal/vertikalschräg	1
mitte/quer	1

6. Alter der Pseudarthrose

einmal	6 Jahre
einmal	7 Monate

7. Zeit Operation - Nachuntersuchung

33 und 44 Monate

8. Vorbehandlung

In beiden Fällen keine Vorbehandlung.

Einmal eine Voroperation als elektrodynamische Knochenbruchbehandlung.

9. Operation, Krankenhausaufenthalt, Anzahl der einzelnen Operationen in den einzelnen Jahren

beide 1977

Krankenhausaufenthalt jeweils 7 Tage.

10. Dauer der pOP-Immobilisation

einmal 8 Wochen (fortbestehende Pseudarthrose)

einmal 12 Wochen

11. Ergebnisse

Von den 2 Operationen blieb eine fortbestehende Pseudarthrose.

Der Bruch im proximalen Drittel mit vertikal/schrägem Spaltverlauf blieb, der andere Bruch mitte/quer verheilte.

Beide waren mit dem Ergebnis zufrieden und gaben nur geringe Beschwerden an.

12. Radiusspan

Fortbestehende Pseudarthrose: 1

Erfolg: 1

Fortbestehende Pseudarthrose: 1				Eitrig: 1	
VORHER	NACHHER			VORHER	NACHHER
	1				
	1	Bruchspalt			
	1	Dislokation			
	1	glatt	Bruchrand		1
		gezackt			
	1	breit	Sklerosesaum		
		mittel			
		fein			
	1	zentral	Cysten		
	1	randständig			
		solitär			
	1	multipel			
		Verkalkungen			
		aufgelockert	Kalk-Gehalt		
	1	verdichtet			
	1	unregelmäßig fleckig	Knochen-Struktur		
		gleichmäßig			1
		glatt	Oberfläche		1
	1	rauh			
		Formveränderung			
	1	deutlich	Stufenbildung		
		kaum			
	1	Zusammensintern			
	1	Abdeckung			
		aseptische Nekrose			
	1	Trapezium	arth. Gelenkflächen		
	1	Trapezoideum			
		Nav.Lunatum			
	1	Nav.Capitatum			
	1	Nav.Radius			
		Sudeck			

13. Kraftminderung in % zur Gegenhand und unterschieden nach Haupt- und Nebenhand

a) fortbestehende Pseudarthrosen: 2

Haupthand: 1 großer Ball kleiner Ball

0 - 15%		1
16 - 30%		
31 - 50%		
51 -100%		

Nebenhand: 1

0 - 15%		1
16 - 30%		
31 - 50%		
51 -100%	1	

b) verheilte Pseudarthrosen: 6

Haupthand: 5

0 - 15%	3	3
16 - 30%	1	
31 - 50%		1
51 -100%		

Nebenhand: 1

0 - 15%		
16 - 30%		
31 - 50%		
51 -100%	1	1

Hier sind Becken- und Spongiosaplastik zusammengefaßt.

6.7. Denervierung

1. Zahl der Patienten

Bei 4 Patienten wurde eine Denervierung durchgeführt.

2. Alter der Patienten

Das Durchschnittsalter belief sich auf 46 Jahre.
Der jüngste Patient war 21 Jahre.

3. Pseudarthroseneinteilung

Summe	distal	mitte	proximal
3	1	2	

4. Bruchspaltverlauf

Summe	horizontal- schräg	quer	vertikal- schräg
3		1	2

5. 3. und 4. kombiniert

	distal	mitte	proximal	Summe
horizontal- schräg	---	---		
quer	---	1		1
vertikal- schräg	1	1		2
Summe	1	2		3

6. Alter der Pseudarthrosen

Das Durchschnittsalter lag bei 3 Jahren. In einem Fall war sie unbekannt.

7. Dauer der pOP-Immobilisation

In 3 Fällen durchschnittlich 4,5 Wochen.

8. Arbeitsunfähigkeit

Ein Patient war Rentner, so daß keine Arbeitsunfähigkeit angegeben werden kann. Im Schnitt lag die Arbeitsunfähigkeit bei 3,5 Monaten.

9. Ergebnisse

2 Patienten gaben keine Beschwerden mehr an, bei den anderen traten nur geringe Beschwerden auf.

In 3 Fällen bestand Wetterempfindlichkeit, Druckschmerz bei 2 Patienten, aber kein Daumen- und Zeigefingerstauchungsschmerz.

10. Denervierung (4)

VORHER	NACHHER		VORHER	NACHHER
			2	4
		Bruchspalt	2	1 (25%)
		Dislokation	1	
		glatt	1	1 (25%)
		gezackt		
		breit		1 (25%)
		mittel	1	1 (25%)
		fein	1	
		zentral	1	2 (50%)
		randständig	1	3 (75%)
		solitär		
		multipel	1	2 (50%)
		Verkalkungen		1 (25%)
		aufgelockert	1	1 (25%)
		verdichtet	2	1 (25%)
		unregelmäßig fleckig		
		gleichmäßig	1	1 (25%)
		glatt		
		rauh	2	1 (25%)
		Formveränderung		1 (25%)
		deutlich	1	1 (25%)
		kaum	1	1 (25%)
		Zusammensintern		1 (25%)
		Abdeckelung		
		aseptische Nekrose		
		Trapezium		
		Trapezoideum		
		Nav.Lunatum		3 (75%)
		Nav.Capitatum		1 (75%)
		Nav.Radius	1	4 (100%)
		Sudeck		

11. Kraftminderung in % zur Gegenhand und unterschieden
nach Haupt und Nebenhand

Hauptband: 2	großer Ball	kleiner Ball
--------------	-------------	--------------

0 - 15%	1	1
16 - 30%		
31 - 50%		1
51 -100%		

Nebenband: 1		
--------------	--	--

0 - 15%	1	1
16 - 30%		
31 - 50%		
51 -100%		

7. A l l g e m e i n e Ü b e r s i c h t

Zahl der einbestellten Patienten: 114

Zahl der Nachuntersuchungen: 86 (75 %)

- | | | | | |
|---|----|-------|-------------------------------|----------------------------------|
| 1. Verschraubungen: | 33 | davon | 14 (42 %) | |
| | | | | fortbestehende
Pseudarthrosen |
| 2. Elektrodynamische
Knochenbruchbehandlung: | 9 | davon | 5 (55 %) | |
| | | | | fortbestehende
Pseudarthrosen |
| 3. Siliconprothesen: | 20 | davon | 10 proximale
Teilprothesen | |
| | | | 3 distale
Teilprothesen | |
| | | | 3 Handgelenks-
prothesen | |
| | | | 4 Vollprothesen | |
| 4. Sehneninterpositionen: | 14 | davon | 11 proximale
Resektionen | |
| | | | 2 distale
Resektionen | |
| | | | 1 Total-
exstirpation | |

5. Beckenspongiosaplastik 6 davon 2 (33 %) fortbestehende Pseudarthrosen

6. Radiusspan: 2 davon 1 fortbestehende Pseudarthrose

7. Denervierungen: 4

8. Pseudarthroseneinteilung

distal	mitte	proximal	Summe
12	38	31	81
15 %	47 %	38 %	100 %

9. Bruchspaltverlauf

horizontal-schräg	quer	vertikal-schräg	Summe
14	42	25	81
17 %	52 %	31 %	100 %

Dazu noch 1 Trümmerbruch

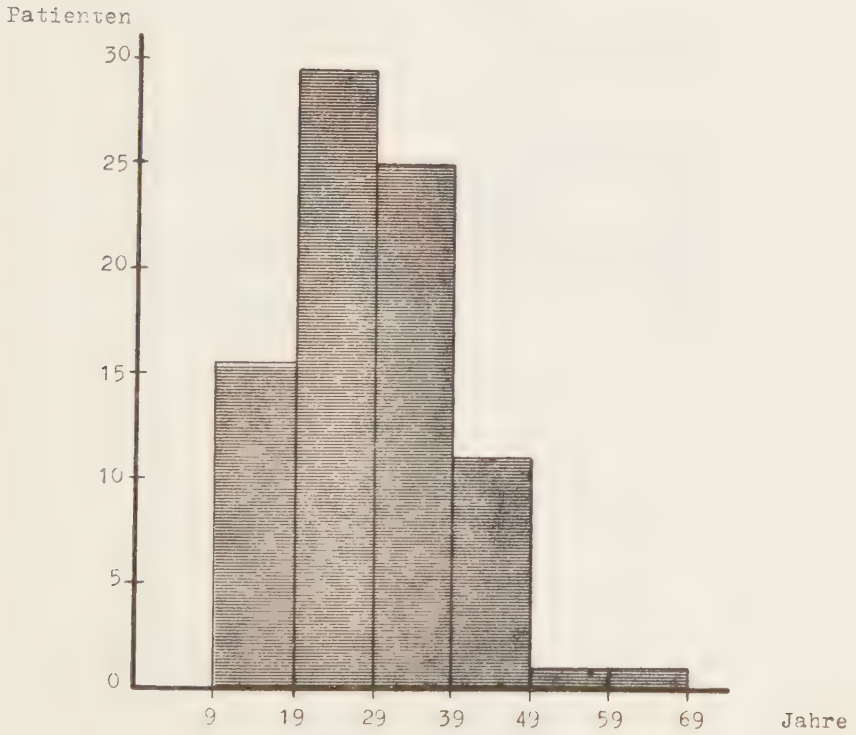
10. Lokalisation und Bruchtyp kombiniert

	distal	mitte	proximal	Summe
horizontal- schräg	2 (2%)	4 (5 %)	5 (6 %)	11 (14%)
quer	3 (4%)	29 (36%)	18 (22%)	50 (62%)
vertikal- schräg	6 (7%)	6 (7 %)	8 (10%)	20 (25%)
Summe	11 (14%)	39 (48%)	31 (38%)	81 (100%)

11. Verteilung auf die Hände

rechte Hand	48 Patienten
linke Hand	36 Patienten
beide Hände	1 Patient

12. Altersverteilung

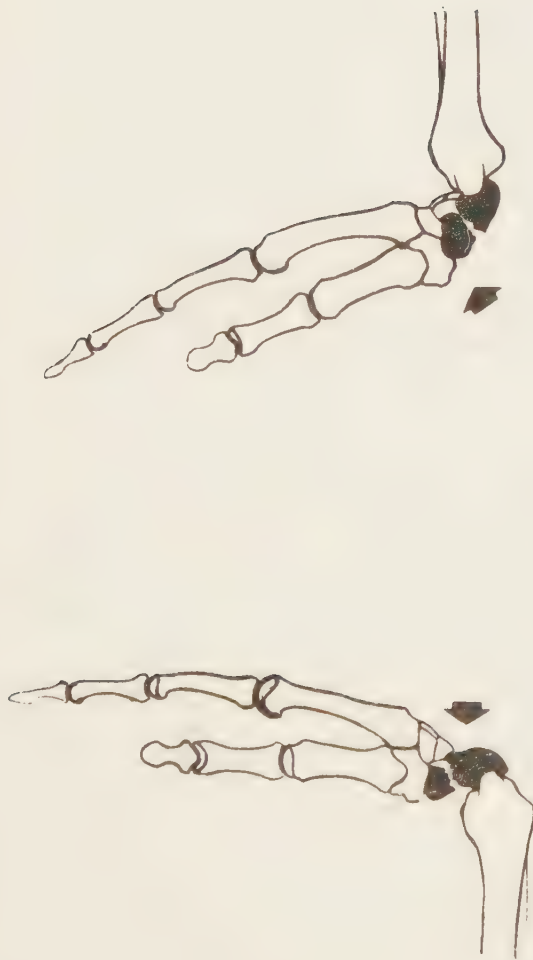


13. Verteilung nach Geschlechtern

Von den 88 Patienten waren 6 Frauen (7 %).

14. Bruchmechanismus

Sturz auf die dorsal- flecktierte Hand	48 Patienten = 58 %
Schlag auf die dorsal- flecktierte Hand	17 Patienten = 20 %
unbekannt	16 Patienten = 20 %
Heben einer schweren Last	1 Patient = 2 %



Mechanismus des Bruchentstehens

Abb. 11 a:

Schlag auf die volarflexierte Hand

Abb. 11 b:

Sturz oder Schlag auf die dorsalflektierte Hand

15. Unfallereignis

Sport	21 - 25 %
(Fußball, Sturz und Schlag auf die Hand	11 %
Radfahren	4 %
Tanzen	2 %
Reiten	1 %
Handball	1 %
Skifahren	1 %
Skateboard	1 %)
 Spazierengehen (auf Eis)	 17 - 20 %
 Unbekannt	 16 - 20 %
 Arbeit	
Sturz von Hänger, Leiter, Aufreiben von Maschinen	15 - 20 %
 Auto-Motorradunfälle	 10 - 12 %
 Raufen, Spielen	 2 - 3 %
 Heben einer schweren Last	 1 - 2 %

16. Dauer bis zur Diagnose

sofort	10 - 12 %
bis 1 Monat	5 - 6 %
bis 3 Monate	11 - 13 %
bis 1 Jahr	21 - 25 %
über 1 Jahr (von 3 - 35 Jahren)	19 - 23 %
unbekannt	17 - 20 %

Bewegungseinschränkung

Die Bewegungseinschränkung ist hier in % zur Gegenhand und in % der Zahl aufgetragen.

Supination:	Fortbestehende Pseudarthrosen			Verheilte Pseudarthrosen		
	Ver- schraubung	elektro- dynamische Knochen- bruchbeh.	Span- bolzung	Ver- schraubung	elektro- dynamische Knochen- bruchbeh.	Span- bolzung
0 - 15%	14 (100%)	5 (100%)	3 (100%)	18 (100%)	4 (100%)	5 (100%)
16 - 30%	14 (100%)	5 (100%)	2 (66%)	18 (100%)	4 (100%)	3 (60%)
31 - 50%			1 (33%)			1 (20%)
51 -100%						1 (20%)
Pronation:						
0 - 15%	14 (100%)	5 (100%)	3 (100%)	18 (100%)	4 (100%)	4 (80%)
16 - 30%						
31 - 50%						
51 -100%						1 (20%)

	Fortbestehende Pseudarthrosen				Verheilte Pseudarthrosen			
	Ver- schraubung	elektro- dynamische Knochen- bruchbeh.	Span- bolzung		Ver- schraubung	elektro- dynamische Knochen- bruchbeh.	Span- bolzung	
dorsal:	14 (100%)	5 (100%)	3 (100%)		18 (100%)	4 (100%)	5 (100%)	
0 - 15%	4 (28%)	2 (40%)	1 (33%)		9 (50%)	3 (75%)	1 (20%)	
16 - 30%	3 (21%)	1 (20%)	1 (33%)		4 (22%)	1 (25%)	2 (40%)	
31 - 50%	4 (28%)	2 (40%)	1 (33%)		4 (22%)		2 (40%)	
51 - 100%	2 (14%)							
volar:	7 (50%)	1 (20%)	2 (66%)		12 (66%)	1 (25%)	3 (60%)	
0 - 15%	2 (14%)	1 (20%)	1 (33%)		5 (27%)	1 (25%)	1 (20%)	
16 - 30%	3 (21%)	2 (40%)			1 (5%)	1 (25%)		
31 - 50%						1 (25%)		
51 - 100%						1 (25%)	1 (20%)	

	Fortbestehende Pseudarthrosen				Verheilte Pseudarthrosen			
	Ver- schraubung	elektro- dynamische Knochen- bruchbeh.	Span- bolzung		Ver- schraubung	elektro- dynamische Knochen- bruchbeh.	Span- bolzung	
radial:								
0 - 15%	14 (100%)	5 (100%)	3 (100%)		18 (100%)	4 (100%)	5 (100%)	
16 - 30%	2 (14%)		2 (66%)		4 (22%)	2 (50%)	2 (40%)	
31 - 50%	4 (28%)	1 (20%)			4 (22%)	1 (25%)		
51 - 100%	3 (21%)		1 (33%)		3 (16%)			
	5 (35%)	4 (80%)			5 (27%)	1 (25%)	3 (60%)	
ulnar:								
0 - 15%	3 (21%)	3 (60%)			5 (27%)	2 (50%)	1 (20%)	
16 - 30%	5 (35%)	1 (20%)	3 (100%)		4 (22%)	1 (25%)	3 (60%)	
31 - 50%	4 (28%)	1 (20%)			7 (38%)	1 (25%)		
51 - 100%	1 (7%)				1 (5%)		1 (20%)	

Bewegungseinschränkung

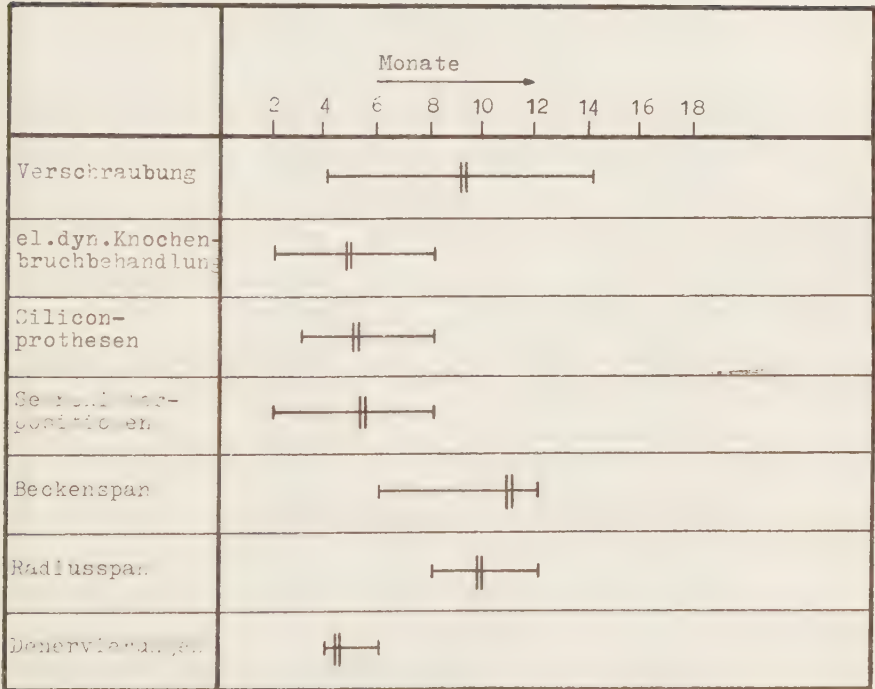
Die Bewegungseinschränkung ist hier in % zur Gegenhand und in % der Zahl aufgetragen.

Supination:	Ver- schraubung	elektro- dynamische Knochen- bruchbeh.	Span- bolzung	Sehnen- inter- position	Silicon- prothese	Denervierung
	33 (100%)	9 (100%)	8 (100%)	14 (100%)	15 (100%)	4 (100%)
0 - 15%	33 (100%)	9 (100%)	5 (63%)	12 (86%)	13 (87%)	4 (100%)
16 - 30%			1 (13%)	2 (14%)	2 (13%)	
31 - 50%			2 (25%)			
51 - 100%						
Pronation:						
0 - 15%	33 (100%)	9 (100%)	8 (100%)	14 (100%)	15 (100%)	4 (100%)
16 - 30%						
31 - 50%						
51 - 100%						

dorsal:	Ver- schraubung	elektro- dynamische Knochen- bruchbeh.	Span- bolzung	Sehnen- inter- position	Silicon- prothese	Denervierung
	33 (100%)	9 (100%)	8 (100%)	14 (100%)	15 (100%)	4 (100%)
0 - 15%	12 (36%)	5 (56%)	2 (25%)	8 (57%)	4 (29%)	1 (25%)
15 - 30%	10 (30%)	2 (22%)	3 (38%)	2 (14%)	3 (20%)	2 (50%)
31 - 50%	8 (24%)	2 (22%)	3 (38%)	3 (21%)	6 (40%)	1 (25%)
51 -100%	1 (3%)			1 (7%)	2 (13%)	
volar:						
0 - 15%	19 (58%)	2 (22%)	5 (63%)	8 (57%)		1 (25%)
15 - 30%	7 (21%)	2 (22%)	2 (25%)	4 (28%)	9 (60%)	2 (50%)
31 - 50%	4 (12%)	3 (33%)	1 (13%)	1 (7%)	3 (20%)	1 (25%)
51 -100%		1 (11%)			1 (7%)	

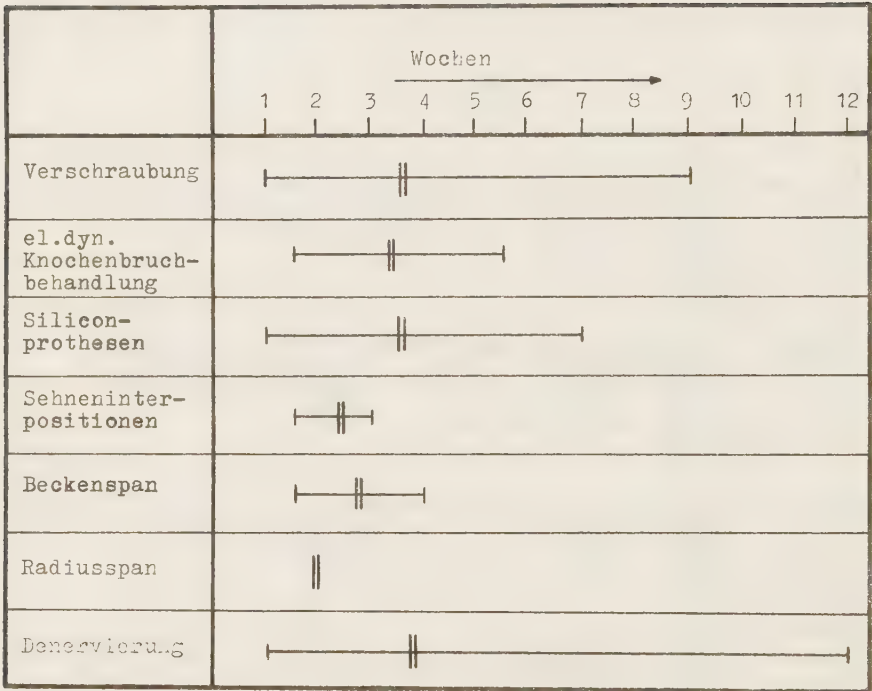
	Ver- schraubung	elektro- dynamische Knochen- bruchbeh.	Span- bolzung	Sehnen- inter- position	Silicon- prothese	Denervierung
radial:						
	33 (100%)	9 (100%)	8 (100%)	14 (100%)	15 (100%)	4 (100%)
0 - 15%	6 (18%)	2 (22%)	4 (50%)	4 (28%)	1 (7%)	1 (25%)
16 - 30%	8 (24%)	2 (22%)		1 (7%)	1 (7%)	
31 - 50%	4 (12%)		2 (25%)	4 (28%)	4 (29%)	1 (25%)
51 -100%	12 (36%)	5 (56%)	2 (25%)	5 (36%)	9 (60%)	2 (50%)
ulnar:						
0 - 15%	8 (24%)	5 (56%)	1 (13%)	8 (57%)	3 (20%)	2 (50%)
16 - 30%	9 (27%)	2 (22%)	6 (75%)	2 (14%)	5 (33%)	
31 - 50%	11 (33%)	1 (11%)	1 (13%)	3 (21%)	3 (20%)	2 (50%)
51 -100%	2 (6%)	1 (11%)		1 (7%)	3 (20%)	

Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit



Studenten und Schüler wurden hierbei nicht berücksichtigt.

Vergleich der Immobilisationszeiten



3. VON GLICHENF. TABELLE

8.1. Handwurzelknochenbrüche (zitiert nach D. Fröhling)

	Böhler	Saek	Sinistero	Snodgrass	Borgeskov	Fröhling	Summe
Navikulare	424 (67%)	154 (52%)	105 (52%)	144 (84%)	102 (71%)	74 (51%)	1003 (63%)
Lunatum	21 (3%)	82 (28%)	41 (20%)	11 (6%)	2 (1%)	5 (3%)	162 (10%)
Triquetrum	108 (17%)	18 (6%)	24 (12%)	7 (4%)	29 (20%)	33 (22%)	219 (13%)
Pisiforme	22 (3%)	13 (4%)	4 (2%)	1 (0,5%)	1 (0,7%)	8 (5%)	49 (3%)
Multang.ma.j.	21 (3%)	13 (4%)	4 (2%)	3 (2%)	5 (3%)	10 (7%)	56 (3%)
Multang.min.	6 (1%)		5 (2%)	1 (0,5%)	1 (0,7%)	1 (0,7%)	14 (0,8%)
Capitatum	7 (1%)	6 (2%)	11 (5%)	2 (1%)	2 (1%)	5 (3%)	33 (2%)
Hamatum	18 (2%)	8 (3%)	5 (2%)	1 (0,5%)	1 (0,7%)	9 (6%)	42 (2%)
Summe	627 (100%)	294 (100%)	199 (100%)	170 (100%)	143 (100%)	145 (100%)	1578 (100%)

8.2. Häufigkeit der Pseudarthrosen-Entstehung aus
frischen Kahnbeinbrüchen nach Gipsimmobilisation

	Zahl der Brüche	entstandene Pseud- arthrosen	%
Pfab (1929)			66 %
Andersen	98	48	49 %
Zollinger *	62	29	39 %
Carstensen			20 %
Oschatz **			19,8%
Brandt (1938)	120	18	15 %
Lützeler	117	15	12,8%
Nyakas **			9,2%
Kramer			7,3%
Böhler (1938) *	152	8	5,3%
Böhler, Trojan (1956)	576	19	3,35%
Eitenmüller			3 %

Zitiert nach: * Böhler, Trojan-Jahna

** Hellinger

8.3. Frische Frakturen

8.3.1. Lokalisation

	Andersen	Böhler, Trojan	Carstensen	Fasold	Ruzicka	Summe
proximal	25 (28%)	141 (20%)	9 (18%)	2 (2%)	6 (37%)	183 (20%)
mitte	55 (60%)	513 (69%)	30 (60%)	25 (59%)	8 (50%)	631 (67%)
distal	11 (12%)	80 (11%)	11 (22%)	15 (36%)	2 (13%)	119 (13%)
Summe	91 (100%)	734 (100%)	50 (100%)	42 (100%)	16 (100%)	933

8.3.2. Bruchtyp

	Böhler, Trojan	Fasold	Gesamt
horizontal- schräg	344 (47%)	19 (45%)	363 (47%)
quer	367 (50%)	21 (50%)	388 (50%)
vertikal- schräg	23 (3%)	2 (5%)	25 (3%)
Summe	734 (100%)	42 (100%)	776 (100%)

8.3.3.

Bruchtyp und Lokalisation bei frischem Bruch und Pseudarthrosen
nach Fasold, Eitenmüller, Müller-Färber, eigene Ergebnisse *

	horizontal- schräg	quer	vertikal- schräg	Summe
proximal	18 (4%)	62 (12%)	11 (2%)	91 (18%)
mitte	59 (12%)	266 (53%)	23 (5%)	348 (70%)
distal	22 (4%)	30 (6%)	9 (2%)	61 (12%)
Summe	99 (20%)	358 (72%)	43 (9%)	500 (100%)

* Hierbei sind auch die Ergebnisse von Hauer miteinbezogen.

8.4. Pseudarthrosen

8.4.1. Bruchtyp

	Krayenbühl	Eigene Ergebnisse	Gesamt
horizontal- schräg	23 (38%)	22 (19%)	45 (25%)
quer	37 (62%)	63 (55%)	100 (57%)
vertikal- schräg		29 (25%)	29 (16%)
Summe	60 (100%)	114 (100%)	174 (100%)

8.4.2. Lokalisation

	Andersen	Krayenbühl	W.Müller	Voornoeve	Wettmann	Eigene Erg.	Summe
proximal	19 (42%)	16 (26%)	8 (28%)	35 (50%)	11 (42%)	40 (35%)	129 (37%)
mitte	19 (42%)	41 (68%)	18 (64%)	31 (44%)	10 (38%)	60 (52%)	179 (52%)
distal	7 (15%)	3 (5%)	2 (7%)	4 (6%)	5 (19%)	14 (13%)	35 (11%)
Summe	45 (100%)	60 (100%)	28 (100%)	70 (100%)	26 (100%)	114 (100%)	343 (100%)

8.5. Häufigkeit der fortbestehenden Pseudarthrosen
bei Verschraubungen

	Fälle	Versager	% Versager	pOP-Gips
Voorhoeve	32	22	68 %	
Koob	38	21	55 %	
Brüchle	12	6	50 %	
Eigene	66	26	39 %	
Hildebrand	12	3	25 %	
Müller-Färber	13	3	23 %	
K. Müller	9	-	0 %	1,75 Monate (1-3,5 Monate)

8.5.1. Lokalisation

	Voorhoeve	Eigene Ergebnisse (+ Hauer)
proximal	16 (100%)	10 (45%)
mitte	6 (42%)	12 (33%)
distal		4 (50%)
Pseudarthrose	22	26
Gesamt	32	66

8.5.2. Bruchtyp

	Eigene Ergebnisse (+ Hauer)
horizontal- schräg	6 (40%)
quer	18 (47%)
vertikal- schräg	2 (28%)
Pseudarthrose	26
Gesamt	66

8.5.3. Kombiniert Lokalisation und Bruchtyp bei
fortbestehender Pseudarthrose (ohne Hauer)

	proximal	mitte	distal
horizontal- schräg	1 (100%)	1 (100%)	1 (50%)
quer	6 (50%)	3 (25%)	2 (100%)
vertikal- schräg	---	---	---
Pseudarthrose:	14		
Gesamt:	33		

8.6. Ergebnisse zur Spongiosaplastik

	Fälle	Versager	% Versager	pOP-Gipsdauer
Russe	-	-	3 %	12 - 16 Wochen
Martini	61	6	10 %	
Krayenbühl	60	7	12 %	
K.Müller	25	4	16 %	8 - 24 Wochen
Brüchle	78	14	18 %	20 - 30 Wochen
K.Wettmann	22	4	18 %	16 Wochen (10 - 24 Wochen)
Eberle	51	10	19 %	
Eitenmüller			22 %	
Voorhoeve	23	10	43 %	
Nyga (homoiopl. Span)	16	1	6 %	
Schweiberer, Eitel	26	4	15 %	12 - 16 Wochen

8.6.1. Lokalisation

	Voorhoeve	K.Müller	Krayenbühl	Eigene
proximal	4 (57%)	3	3 (18%)	2 (66%)
mitte	6 (42%)	1	4 (10%)	1 (20%)
distal	---	---	---	---
Pseudarthrose	10 (43%)	4 (16%)	7 (12%)	3 (37%)
Gesamt	23	25	60	8

8.6.2. Bruchtyp

	K.Müller	Krayenbühl	Eigene
horizontal-schräg	---	5 (22%)	---
quer	3	2 (5%)	1 (20%)
vertikal-schräg	1	---	2 (60%)
Pseudarthrose	4 (16%)	7 (12%)	3 (37%)
Gesamt	8	25	60

8.6.3. Kombiniert Bruchtyp und Lokalisation der fortbestehenden Pseudarthrose (nur eigene Ergebnisse)

	proximal	mitte	distal
horizontal-schräg			
quer	1 (10%)		
vertikal-schräg	1 (50%)	1 (100%)	
Pseudarthrose: 3 (37%)			
Gesamt: 8 (100%)			

9. DISKUSSION

In der Literatur findet sich die Häufigkeit der Navikularefraktur im Vergleich zu allen anderen Knochen mit Angaben von 1 o/oo bis zu 4,5 %. Im Handwurzelbereich steht sie mit 51 - 84 % an der Spitze der Handwurzelbrüche. Also eine sehr häufige Fraktur. Wegen der Schwierigkeit der Frühdiagnostik ist gerade bei Kahnbeinfrakturen die Pseudarthrosenrate besonders hoch. Diese Pseudarthrose mit all ihren Folgen von Schmerzen, langzeitiger Arbeitsunfähigkeit, eventuellem Berufswechsel oder sogar teilweiser Berentung der meist jungen Patienten stellt für den Betroffenen, aber auch für die Gesellschaft oft eine starke Belastung dar, deren Verhütung von großer Wichtigkeit ist.

Bei rechtzeitiger Diagnosestellung und adäquater Behandlung stellt der frische Kahnbeinbruch kein bedeutendes Problem mehr dar. Dabei muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß eben die frühzeitige röntgenologische Feststellung die meisten Schwierigkeiten bereitet.

Größer werden die Meinungsverschiedenheiten aber, wenn es sich um die Behandlung der Pseudarthrosen handelt. Dafür spricht auch die Tatsache, daß in der Literatur nicht weniger als 12 im Prinzip verschiedene Operationsverfahren angegeben werden, wobei einzelne Modifikationen nicht berücksichtigt wurden. Die Vielzahl der empfohlenen Behandlungsmethoden, sowie die Tatsache, daß sich bis heute kein standartisiertes Verfahren herauskristallisiert hat, verstärken diesen Eindruck. Für diese Schwierigkeiten in

der Behandlung werden teils die spezielle Anatomie des Navikulare, wie Größe und Form des Knochens, die Lage im Handgelenk, weitgehende Knorpelumhüllung, besonders Knochenbälkchenstruktur, teils die Durchblutungsverhältnisse oder auch die Synovialflüssigkeit verantwortlich gemacht.

Ziel dieser Arbeit war, anhand des Krankengutes der Chirurgischen Universitätsklinik Vor- und Nachteile der durchgeführten Operationsverfahren herauszuarbeiten. Insgesamt wurden von Januar 1977 bis Februar 1981 114 Patienten an Navikulare-Pseudarthrose operiert. Davon erschienen 86 zur Nachuntersuchung. Im Vergleich mit der Literatur ist diese Statistik die umfangreichste, die an einer Klinik in diesem kurzen Zeitraum durchgeführt wurde.

9.1. Einteilung der Pseudarthrosen

Die Pseudarthrosen wurden nach den in der Literatur angegebenen Kriterien der Bruchlokalisation und des Bruchtypes ausgewertet.

So ergab sich die Tabelle 8.4.2. bei einem Vergleich mit den anderen Literaturangaben. Bei diesen Tabellen sind die eigenen Ergebnisse noch mit denen von Hauer zusammengefaßt, die ebenfalls in unserer Klinik erstellt worden sind. Insgesamt überwiegen die Brüche im mittleren Drittel mit 52 %. Dies ist nicht verwunderlich, da hier die Taille des Kahnbeinkörpers liegt und nach Untersuchungen von Carstensen die Spongiosabälkchen hier ihre geringste Dicke aufweisen.

An zweiter Stelle stehen die Brüche im proximalen Drittel mit 37 %, gefolgt von den Brüchen im distalen Drittel mit 11 %. Eine anatomische Erklärung für den doch auch sehr häufigen proximalen Bruch konnte in der Literatur nicht gefunden werden. Möglich wäre eine Abmeißelung des proximalen Fragmentes durch das distale Radiusende. Vergleicht man nun unsere Ergebnisse bei der Bruchlokalisation der Pseudarthrosen (Tabelle 8.4.2.) mit denen der Literatur bei frischen Kahnbeinbrüchen (Tabelle 8.3.1.), so ergibt sich folgendes Bild:

Lokalisation	frische Fraktur	Pseudarthrose
distales Drittel	13 %	11 %
mittleres Drittel	67 %	52 %
proximales Drittel	20 %	37 %
N	933	343

Schon allein aus dieser Zusammenstellung ist eine etwas bessere Heilungstendenz für Brüche im mittleren Drittel erkennbar. Gestützt wird dieser Befund von der Theorie von Weller, der nur im Taillienbereich einen für die Heilung notwendigen Periostüberzug des Kahnbeines fand. Dem widerspricht jedoch die Dickenabnahme der Spongiosabälkchen zur Mitte des Navikulare zu nach Carstensen.

Bei den distalen Brüchen besteht zwischen der Häufigkeit als frische Fraktur und derer als Pseudarthrose praktisch kein Unterschied, so daß man hier nur von einer sehr geringen Heilungstendenz sprechen kann. Brüche im proximalen Drittel scheinen für eine Pseudarthrosenbildung geradezu zu prädisponieren, da sie als Pseudarthrosen wesentlich häufiger zu finden sind als frische Brüche. Die Ansicht mancher Autoren, die einen Bruch im proximalen Drittel als eine der Ursachen zur Entstehung von Navikularepseudarthrosen bezeichnen, wird damit bekräftigt. Die möglichen Erklärungen dafür finden sich vor allem in der problematischen Blutversorgung des abgebrochenen proximalen Fragmentes, dem geringen Periostüberzug in dieser Region, der Abnahme der Dicke der Spongiosabälchen zur Mitte hin und der osteolytischen Eigenschaft der Synovialflüssigkeit.

Doch wie verhält es sich bei der Einteilung nach dem Bruchtyp?

Leider sind dazu die Angaben in der Literatur nicht so häufig wie die über die Lokalisation, siehe dazu Tabelle 8.4.1. Auch hier sind die Ergebnisse von Hauer zu unseren hinzugezählt.

Auf den ersten Blick ist hier eine erhebliche Differenz der Ergebnisse festzustellen. Eindeutig aber ist, daß der Querbruch das Hauptkontingent mit 57 % stellt. Dies ist leicht aus dem Bruchmechanismus zu erklären, der in der Mehrzahl der Fälle, in unserem Krankengut mit 78 %, durch einen Sturz oder einen Schlag auf die dorsal- oder volarflektierte Hand eintritt (siehe dazu auch Abb. 11).

Der horizontale Schrägbruch steht mit 25 % an der zweiten Stelle, gefolgt vom vertikalen Schrägbruch mit 16 %. Warum unsere Ergebnisse so sehr von denen Krayenbühls abweichen, ist schwer zu erklären. Diese Differenz könnte eventuell dadurch erklärt werden, daß der Bruchspalt je nach Handstellung (gedreht, gekippt, radiale oder ulnare Abduktion) in einer nicht ganz eindeutigen Projektion erscheinen kann. Weiterhin wäre möglich, daß der Bruchspaltverlauf auf der Oberfläche des Navikulare eindeutig festgelegt werden, der Verlauf im Navikularekörper sich jedoch ändern kann, wie es Schichtaufnahmen zeigten.

Vergleicht man auch hier den Bruchtyp bei den Pseudarthrosen (Tabelle 8.4.1.) mit dem der frischen Brüche (Tabelle 8.3.2.), so ergibt sich folgende Gegenüberstellung:

Bruchtyp	frische Brüche	Pseudarthrosen
horizontal-schräg	47 %	25 %
quer	50 %	57 %
vertikal-schräg	3 %	16 %
N	776	174

Dies ergibt den Schluß:

1. Der hohe Anteil horizontaler Schrägbrüche bei den frischen Brüchen, der deutlich geringere aber bei den Pseudarthrosen bekräftigt die Meinung mancher Autoren, daß der horizontale Schrägbruch am günstigsten für die Heilung ist, da hier im Bruchspalt Druckkräfte vorherrschen (s. 2.1.6.1.).
2. Der Querbruch ist mit 7 % häufiger als Pseudarthrose zu finden denn als frischer Bruch. Somit ist ihm keine gute Heilungstendenz zuzuschreiben.
3. Der vertikale Schrägbruch wird insgesamt selten angetroffen, hat aber auch die schlechtesten Aussichten auf eine Heilung, da hier vor allem Kipp- und Scherkräfte auf die Bruchstücke einwirken. Verständlicherweise fördert dies die Pseudarthrosenentwicklung.

Aus den Ergebnissen zu der Bruchlokalisation und dem Bruchtyp wird ersichtlich, daß beiden ein wichtiger Stellenwert bei der Pseudarthrosenentstehung zukommt, und eigentlich nur die Kombination dieser beiden Kriterien für die Aussage der Pseudarthrosenentstehung sinnvoll ist. Leider sind die Angaben in dieser Kombination in der Literatur mehr als spärlich. In Tabelle 8.3.3. sind sowohl frische Brüche als auch Pseudarthrosen zusammengestellt.

Für die Häufigkeit ergibt sich die Reihenfolge:

- 53 % beim Mitte-Querbruch
- 12 % beim proximalen Querbruch
- 12 % beim mitte horizontale Schrägbruch
- 6 % beim distalen Querbruch
- 5 % beim mitte vertikal Schrägbruch
- 4 % beim distalen horizontalen Schrägbruch
- 4 % beim proximalen Schrägbruch
- 2 % beim proximalen vertikalen Schrägbruch
- 2 % beim distalen vertikalen Schrägbruch

Diese Ergebnisse zeigen, daß sowohl die Lokalisation einer Fraktur als auch der Verlauf der Frakturlinie für die Prognose einer Kahnbeinfraktur einen Aussagewert besitzen.

9.2. Diskussion der Operationsmethoden

9.2.1. Verschraubung

Die Verschraubung ist nach der Literatur die am meisten widersprüchlich beurteilte Operationsmethode. Sie stellt bei unserer Untersuchung das Hauptkontingent mit 33 Verschraubungen (= 38 %). Ziel der Operationsmethode ist, durch Adaptation und Kompression der Fragmente Stabilität und knöchernen Durchbau zu erreichen. Entscheidend dabei ist neben einer exakten Operationstechnik unter anderem eine kritische Auswahl der Fälle und eine differenzierte Indikationsstellung.

Unser Ergebnis von 42 % fortbestehender Pseudarthrosen zeigt, daß die in die Verschraubung gesetzten Hoffnungen nicht erfüllt wurden. Ähnliche Ergebnisse finden sich auch in Tabelle 8.5., in der die Ergebnisse der Literatur zusammengefaßt sind. Nur K. Müller hatte bei penibler Indikationsstellung keine Versager.

Erinnern wir uns an die Angaben der AO, dann hat man eine gute Indikation bei allen Fällen im distalen und mittleren Drittel, eine relative bei genügend großen proximalem Fragment und eine schlechte bei sehr kleinem prozentualen Bruchstück. Demnach bestand in unserem Material bei 64 % eine gute Indikation, da sie im distalen und proximalen Drittel lokalisiert waren, für 36 % eine relative bis schlechte. Trotzdem sind von den Brüchen mit schlechter Indikation 15 % gut verheilt bzw. 21 % eine Pseudarthrose geblieben. Somit kann man die Angabe der AO, daß die

proximale Lokalisation eine relative bis schlechte Indikation darstellt, bestätigen. Bei der distalen und mittleren Lokalisation finden wir 43 % der Verschraubungen verheilt, 21 % dagegen als fortbestehende Pseudarthrose. Also trotz guter Indikation 30 % Ausfälle. Wie läßt sich dies erklären? Technisch ist es manchmal schwierig, das Navikulare in der bestimmten Lokalisation mit einer Schraube und noch dazu senkrecht zum Bruchspaltverlauf zu fassen. Man muß auf jeden Fall die Treffsicherheit mit berücksichtigen. So finden wir, daß trotz schlechtem Schraubensitzes 9 % verheilten. Allerdings lagen diese Pseudarthrosen alle im distalen und mittleren Drittel. Andererseits aber wiesen bei den fortbestehenden Pseudarthrosen 18 % einen guten Schraubensitz auf, 24 % einen schlechten. Somit können die teilweise schlechten Ergebnisse nicht nur der Operationsmethode angelastet werden. Dabei bestand von der Lokalisation her je zur Hälfte eine gute und zur anderen Hälfte eine schlechte Indikation. Warum nun die einen Pseudarthrosen mit schlechtem Schraubensitz, aber guter Indikation, die anderen mit gutem Schraubensitz und guter Lokalisation aber Pseudarthrosen blieben, läßt sich nicht erkennen. Auf jeden Fall liegt die Treffsicherheit mit 66 % nicht sehr hoch.

Somit ergibt sich nun die Frage, ob man im Bruchtyp ein Kriterium für die Indikation einer Schraubenosteosynthese finden kann. Beim Vergleich läßt sich aber auch hier keine sichere Aussage treffen, denn auch hier stiftet die Trefferquote von 66 % Verwirrung. In unserem Krankengut

finden wir, daß alle vertikalen Schrägbrüche komplikationslos knöchern verheilten (Tabelle 8.5.2.). Die Querbrüche besitzen mit 47 % die höchste Wahrscheinlichkeit, eine Pseudarthrose zu bleiben, gefolgt von den horizontalen Schrägbrüchen. Die vertikalen Schrägbrüche haben hier aber die geringste Rate fortbestehender Pseudarthrosen, nämlich 28 %. Dies erscheint sehr verwunderlich, da man von der Bewegungsmechanik her gerade das Gegenteil erwartet. Anscheinend stabilisiert die Schraube aber den vertikalen schrägen Verlauf besser.

Die Beurteilung der Heilungstendenz läßt jedoch nur aus der Kombination beider Kriterien stellen. Leider lassen sich wegen der Aufteilung der Fälle und der daraus folgenden geringen Zahlen einerseits, andererseits wegen des Fehlens von Angaben in der Literatur keine repräsentativen Aussagen treffen. Demnach haben die vertikalen Schrägbrüche im distalen und mittleren Drittel die beste Prognose. Bei uns sind alle 3 Fälle in dieser Konstellation verheilt. Bei allen anderen Brüchen liegen die Ergebnisse ungünstiger; wie Tabelle 8.5.3. zeigt, sind 25 % der mitte-Querbrüche Pseudarthrosen geblieben, 50 % der proximal-Querbrüche und distal-horizontal-Schrägbrüche und alle distalen und mitte-Quer- und proximal-horizontal-Schrägbrüche. Natürlich muß man diese doch auf sehr kleinen Zahlen beruhenden Ergebnisse mit Skepsis betrachten.

Diese Ergebnisse bringen die Schlußfolgerung:

1. Eine gute bis relative Indikation bei vertikalen Schrägbrüchen, die im distalen oder mittleren Drittel lokalisiert sind.
2. Eine relative Indikation für mitte-Querbrüche.
3. Alle anderen Brüche haben bei Verschraubung eine größere Wahrscheinlichkeit als 50 %, eine Pseudarthrose zu bleiben.
4. Gefordert werden muß aber in jedem Fall eine exakte Operationstechnik.
5. Welche Faktoren letztlich jedoch für die Versagerquote von 42 % verantwortlich sind, läßt sich nicht aus der Bruchlokalisation, dem Bruchtyp, der Kombination beider Kriterien oder dem exakten Schraubensitz alleine erklären. Denkbar ist unter anderem eine schlechte Mitarbeit der Patienten, mögliche, hier nicht untersuchte endogene Faktoren, Lockerung der Schraube durch zu viel aktive Bewegung oder die zu starke Zerstörung der ohnehin schon geringen enossalen kallusbildenden Knochenbälkchen durch das Einbringen der Schraube, zu kurze postoperative Ruhigstellung. Dazu kommt noch die zusätzliche Unterbrechung der bereits in Mitleidenschaft gezogenen Blutversorgung, besonders im proximalen Fragment, das dann zur avitalen Knochennekrose prädisponiert. Manchmal ist es auch

schwierig, röntgenologisch eine avitale Nekrose zu diagnostizieren, so daß dann in ein solches Fragment eine Schraube eingebracht wird und die Heilungschancen dementsprechend gering sind.

6. Bei der Beurteilung der Kraft zeigte sich, daß eine Kraftminderung bei der Verschraubung nur in geringen Maßen sowohl bei den fortbestehenden als auch bei den verheilten Pseudarthrosen auftritt. Über die Hälfte aller Patienten hatten entweder keine oder nur eine geringfügige Krafteinschränkung bis 15 % gegenüber der gesunden Seite. Ausnahme ist hier nur eine etwas stärkere Einschränkung der groben Kraft bei den nicht verheilten Pseudarthrosen an der Nebenhand.
7. Bei der Bewegungseinschränkung ist die Pronation und Supination überhaupt nicht, die Volar- und Dorsalnur geringfügig, die Ulnarabduktion und vor allem die Radialabduktion am stärksten betroffen. Dieses Bild ist hauptsächlich durch die fortbestehenden Pseudarthrosen bestimmt, da sich hier die stärksten Bewegungseinschränkungen bei der Radialabduktion finden. Dies läßt sich gut aus dem Bewegungsmechanismus erklären, bei dem der proximale Teil des Navikulare nach volar abkippt und damit erst die Radialabduktion ermöglicht.
8. Subjektiv waren 81 % der Patienten mit dem Ergebnis der Operation zufrieden. Selbst bei den fortbestehenden Pseudarthrosen war dies bei 30 % der Patienten der Fall. Dies zeigt, daß durch die Verschraubung trotz eingetretener Konsolidierung eine Stabilisierung der Pseudarthrosen erreicht werden kann.

9.2.2. Elektrodynamische Knochenbruchbehandlung

Da diese Methode ebenfalls auf der Verschraubung beruht, läßt sich alleine schon daher keine andere Aussage treffen. Eine signifikante Besserung der Ergebnisse unter Anwendung elektromagnetischer Potentiale konnten wir in unserem Krankengut nicht erkennen.

9.2.3. Beckenkammspongiosa

Wegen der geringen Zahl werden hier Beckenkammspongiosa (6 Fälle) und Radiuspongiosa (2 Fälle) gemeinsam bewertet.

Als Indikationen zur Spongiosaplastik gelten:

1. Navikulare Pseudarthrose mit großer Resorptionshöhle;
2. Navikulare Pseudarthrose im proximalen Drittel;
3. Navikulare Pseudarthrose mit ausgesprochen avaskulären Nekrosezeichen des proximalen Fragmentes.

In unseren Ergebnissen sind von 8 Spongiosaplastiken 3 (= 37 %) nicht verheilt. Sicher ist wegen der geringen Zahl keine repräsentative Aussage möglich. Um den Stellenwert dieser Operationsmethode zu beurteilen, ist unser Krankengut sicherlich zu gering. Bei vielen Autoren wird die Spongiosaplastik als Methode der Wahl angegeben (Tabelle 8.6.). Allgemein kann man sagen, daß im distalen Drittel keine Versager zu finden waren. Dies liegt aber vor allem daran, daß Pseudarthrosen im distalen Drittel

nur in einem geringen Prozentsatz mit einer Spongiosaplastik behandelt wurden (Tabelle 8.6.1.). Insgesamt ist aus dieser Zusammenstellung aber ein schlechteres Ergebnis für eine Heilung bei Spongiosaplastik im proximalen Drittel im Vergleich zum mittleren Drittel zu erkennen. Auch beim Bruchtyp kann man wegen der sehr unterschiedlichen Ergebnisse nur von einer allgemein besseren Heilung der Querbrüche sprechen (Tabelle 8.6.2.).

In der Kombination von Lokalisation und Bruchtyp, bei der aber nur unsere eigenen Ergebnisse zu verwenden sind, findet man, daß alle Querbrüche im mittleren Drittel verheilt waren, daß alle anderen Brüche aber nur eine geringe Chance dafür haben (Tabelle 8.6.3.). Demnach würden wir folgende Indikationsstellungen aufstellen:

1. sehr gute Indikation für alle Querbrüche im mittleren Drittel;
2. relative Indikation für horizontale Schrägbrüche und Querbrüche bei mittlerer und distaler Lokalisation;
3. schlechte Indikation für alle vertikalen Schrägbrüche und für alle Brüche bei proximaler Lokalisation.

Mitentscheidend für unsere Fehlerquote war aber auch, daß die Spongiosaplastik nach der Originalmethode operiert wurde, d. h., die Pseudarthrose wurde mit einem kortikospongiösen Span versorgt. Wie jedoch mittlerweile bekannt ist, wirkt der Kortikalisspan bei der Navikulare-Pseudarthrose eher als Hindernis für eine Verheilung. Bei großzügiger Ausfräsung des Navikulares und Auffüllung mit Beckenkamm-spongiosa, ohne Kortikalisspan, ist die Ausheilungsquote wesentlich höher, weshalb in letzter Zeit die von Matti-Russe angegebene Originalmethode nicht mehr angewandt wird.

9.2.4. Sehneninterposition

Seit 1973 wird diese Methode mit der Interposition der Sehne des M. flexor radialis in der Chirurgischen Klinik der Universität München von K. Wilhelm und Ch. Feldmeier durchgeführt. Vorliegende Untersuchungen erstrecken sich jedoch nur auf den Zeitraum von 1977 bis 1980. In dieser Zeit wurden 14 Patienten mit einer Sehneninterposition behandelt. Dieses Verfahren ist geeignet bei Navikulare-Pseudarthrose mit Fragmentnekrose. Röntgenologisch ist es oft schwierig, eine Nekrose zu diagnostizieren. Läßt die Konsistenz eines Fragmentes intraoperativ bereits eine Nekrose vermuten, dann wird der betreffende Teil reseziert und der Defekt mit der Sehne aufgefüllt.

Beim Großteil der hier behandelten Fälle handelte es sich um vertikale Schrägbrüche im proximalen Drittel. Dies entspricht ja auch der Intention der Operation, daß der Bruch wenigstens annähernd einen proximalen oder distalen Drittelbereich betreffen soll, da bei einer Fraktur in der Mitte des Kahnbeines die Größe des aufzufüllenden Raumes problematisch wird. Röntgenologisch war das proximale Fragment präoperativ mit 38 % als avitales Fragment gesichert. Die Tendenz des proximalen Fragmentes und vor allem auch des bewegungsmechanisch sehr ungünstigen vertikalen Schrägbruches zur Nekrose wurde also wieder einmal mehr bestätigt, was wiederum die Theorie über die schlechte Blutversorgung unterstützt.

Beim Vergleich der präoperativen und postoperativen Röntgenbilder war jedoch, wie bei allen anderen Operationsmethoden auch, eine Zunahme der Arthrose zu den benachbarten Handwurzelknochen zu finden. Am stärksten war die Gelenkfläche zu Lunatum betroffen, präoperativ hatten 50 % der Patienten dort eine Arthrose, postoperativ 93 %. Zum Radius nahm die Arthrose von 63 % auf 86 % hin zu. Bei der Gelenkfläche zum Capitatum war nur eine geringe Zunahme von 25 % auf 36 % zu finden.

Nach ihren Angaben waren 84 % der Patienten mit der Operation zufrieden. 76 % gaben eine Verbesserung im Vergleich zu der Zeit vor der Operation an. Starke Beschwerden fanden sich nur bei 22 %, mittlere bei 37 % und keine Beschwerden ebenfalls bei 37 %.

Im Grundsatz bringt die Methode der Sehneninterposition bei der Mehrzahl der Patienten eine sichtliche Besserung. Bei der Resektion sollte aber möglichst nur annähernd ein Drittel des Navikulare oder weniger betroffen sein, denn im Laufe der Zeit kann es vor allem bei großen Knochendefekten durch die Verschiebung der Handwurzel-Architektonik und infolge der wirksamen Scherkräfte zu unphysiologischen schmerzhaften Fehlbelastungen sowie zu Arthrosen und Verkalkungen im Bereich des Sehneninterponats und der angrenzenden Gelenkflächen kommen. Aus diesen Gründen sollte die Sehneninterposition nur noch in den Fällen durchgeführt werden, in denen das zu resezierende nekrotische Knochenfragment sehr klein ist. Übersteigt die Größe des nekrotischen Fragmentes etwa ein Drittel der Größe des Gesamtknochens, dann ist die Sehneninterpositionsplastik nicht mehr als geeignet anzusehen.

9.2.5. Siliconprothesen

Seit Dezember 1979 werden Navikulare-Prothesen aus Silikonkautschuk implantiert. In dieser Zeit wurden bis Februar 1981 30 Patienten operiert. Jedoch konnten wegen des zu geringen Zeitabstandes zwischen Operation und Nachuntersuchung nur 20 Patienten in dieser Statistik berücksichtigt werden. 90 % der Patienten waren mit dem Ergebnis der Operation zufrieden. Bei 65 % der Patienten war eine Verbesserung im Vergleich zu der Zeit vor der Operation zu finden, 25 % konnten darüber keine Aussage treffen und nur 2 Patienten gaben eine Verschlechterung an. Starke Beschwerden traten in keinem Fall auf, mittlere bei 55 % und keine Beschwerden bei 45 % der Patienten.

Die Bewegungseinschränkung ist bei den Vollprothesen am stärksten betroffen und hier vor allem die Radial- und Ulnarabduktion. Eine Entscheidung, ob die proximale oder die distale Teilprothese eine größere Bewegungseinschränkung bewirkt, ist schwer zu treffen, zumal von der distalen Teilprothese nur 3 Fälle nachuntersucht wurden. Jedoch finden sich auch hier die Radial- und Ulnarabduktion am stärksten eingeschränkt. Inwieweit dafür die Prothese verantwortlich zeichnet oder die manchmal durch Voroperationen ausgebildeten arthrotischen Gelenkflächen zu den anderen Nachbarknochen, ist schwierig zu entscheiden. Bei der Kraftmessung ergab sich eine etwas stärkere Einschränkung der groben Kraft im Vergleich zur feinen Kraft.

Aus den Röntgenbildern war bis auf die Zunahme der Arthrose zu den benachbarten Handwurzelknochen überall eine günstige Entwicklung herauszufinden. So nahm die Dicke des Sklerosesaumes in vielen Fällen ab, ebenso wie die Zahl der Cysten. Bei den arthrotischen Gelenkflächen waren präoperativ am häufigsten die Radiusgelenkflächen und die Fläche zum Lunatum betroffen. Dies ist aber nicht so sehr auf die Teilprothese, sondern mehr auf die Zahl der Voroperationen zurückzuführen.

Lediglich in zwei Fällen kam es anfangs zu einer Luxation, die auf operationstechnische Mängel zurückzuführen war. Nach Reoperation war auch in diesen beiden Fällen das Ergebnis gut.

Aufgrund der kurzen Beobachtungsdauer ist eine endgültige Beurteilung dieser neuen Operationsmethode noch zu früh. Sicherlich ist diese Methode gut geeignet zur Behandlung avitaler Fragmentnekrosen, vor allem aber bei fortbestehenden Pseudarthrosen nach Versagen anderer chirurgischer Eingriffe wie Spongiosaplastik, Verschraubung und Spanbolzung.

9.2.6. Denervierung

Dieses Verfahren spielte bei unserer Nachuntersuchung nur eine untergeordnete Rolle. Sie wurde nur bei vier Patienten durchgeführt.

Eine Denervierung kommt aber auch nur dann in Betracht, wenn die Beweglichkeit des Handgelenkes schmerzhaft eingeschränkt ist, eine Verschraubung oder Spongiosaplastik nicht zum Erfolg geführt hat, endgültige Operationen von der Art der Arthrodeese oder des totalen Gelenkersatzes noch nicht indiziert sind oder vermieden werden sollen.

So kann man auch schon am Durchschnittsalter dieser Patienten mit 45 Jahren und der sehr langen Dauer der Pseudarthrose ersehen, daß die Denervierung als Spätmethode eingesetzt wird.

Zwei Patienten gaben keine Beschwerden mehr an und bei den beiden anderen traten nur noch geringe Beschwerden auf. Alle Patienten waren mit dem Ergebnis der Operation sehr zufrieden und alle gaben an, daß es ihnen besser gehe als vor der Operation. Ein Patient berichtete, daß er jetzt sogar intensiv Tennis spielen könne.

Insgesamt läßt sich feststellen, daß die Denervierung wegen der guten Ergebnisse bei der Schmerzreduktion als Spätmethode eine Berechtigung haben kann.

Z u s a m m e n f a s s u n g

In der vorliegenden Arbeit wird über die Nachuntersuchung von 86 an Navikulare-Pseudarthrose operierten Patienten berichtet. Dabei war in 33 Fällen eine Verschraubung, in 20 Fällen eine Siliconprothese, in 14 Fällen eine Sehneninterposition, in 9 Fällen eine elektrodynamische Knochenbruchbehandlung, 6 mal eine Beckenkammspongiosaplastik, 4 mal eine Denervierung und 2 mal eine Radiuspongiosaplastik durchgeführt worden. In der Nachuntersuchung wurde vor allem auf die Typisierung der Pseudarthrose, die Bewegungseinschränkung, die Kraftminderung, die Beschwerden, die Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit und auf die Veränderungen des Kahnbeins im Röntgenbild eingegangen. Zur besseren Darstellung dieser Veränderungen wurde nach dem Studium der Literatur eine Tabelle dieser Veränderungen erstellt. Die Ergebnisse der Bruchtypisierung und der einzelnen Operationsmethoden werden mit den Literaturangaben verglichen, zusammengefaßt und diskutiert.

LITERATURVERZEICHNIS

1. AALAM, M.: Behandlung der frischen Kahnbeinbrüche und Kahnbeinpseudarthrosen. Dtsch.Med.Wochenschr. 99 (1974) 296-299
2. ANDERSEN, K., THERKELSEN, F.: On Fractures of the carpal bones especially of the Scaphoid. Akta radiol. 31 (1949) 343-357
3. ANDREESSEN, R.: Entstehung, Begutachtung und Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose der Hand. Langenbecks Arch.klin.Chir. 309 (1965) 56-62
4. BARNARD, L., STUBBINS, S.G. nach KRÖSL, W.: Styloidektomy of the Radius in the Surgical Treatment of Non-Union of the Capal Navicular. J. Bone Jt. Surg. 30 (1948) 98
5. BÖHLER, L., TROJAN, E., JAHNA, H.: Behandlungsergebnisse von 734 frischen einfachen Brüchen des Kahnbeinkörpers der Hand. Wiederher Chir. Traum. 2 (1954) 86-111
6. BÖHLER, L.: Die Verhütung der Pseudarthrosen. Hefte zur Unfallheilk. 94 (1968) 77-82

7. BORGESKOV, S., CHRISTIANSEN, B. nach HELLINGER, J.:
Acta orthop. Scandin 37 (1966) 276
8. BRÜCHLE, H.: Zur Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose.
Handchirurgie 7 (1975) 121-124
9. BUCK-GRAMCKO, D.: Discussional comments and re-commentations of all participants on pseudarthroses and necroses of carpal bones.
Aktuel.Probl.Chir.Orthop. 6 (1977) 95
10. BUCK-GRAMCKO, D.: Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose.
aktuel.Probl.Chir.Orthop. 6 (1977) 69-72
11. BUCK-GRAMCKO, D.: Die operative Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose.
Z.Orthop. 103 (1967) 273-279
12. CARSTENSEN, E., KEICHEL, F., SCHLÜTER, O.:
Ursachen der Kahnbeinpseudarthrose.
Bruns' Beitr.klin.Chir. 204 (1962) 115-124
13. CHAPCHAL, G.: Orthopädische Krankenuntersuchung.
Ferd.Enke Verlag, Stuttgart (1971)
14. EBERLE, H.: Unsere Erfahrungen mit der Spongiosaplastik nach Matti-Russe bei Navikularepseudarthrose.
Z.Unfallmed.Berufskr. 67 (1974) 79-85

15. EITENMÜLLER, J., HAAS, H.G., KOOB, E.:
Behandlungsergebnisse bei Kahnbeinfrakturen und Pseudarthrosen.
Handchirurgie 10 (1978) 9-11
16. ENDER, H.G.:
Zur Behandlung von veralteten Brüchen und Pseudarthrosen des Kahnbeines mit der Kahnbeinplatte.
Unfallheilkunde 80 (1977) 509-513
17. ERLACHER, P.:
Über die Styloidektomie zur Behandlung veralteter Kahnbeinbrüche und Pseudarthrosen der Hand.
Arch.orthop.Unfall-Chir. 51 (1960) 523-526
18. FASSOLD, P., MUNK, P., STRICKNER, M.:
Entstehung der Pseudarthrose des Handkahnbeines.
Chir.Praxis 22 (1977) 513-518
19. FOLGEL, M., NAGY, Z.:
Röntgenatlas der Unfallheilkunde.
VEB Verlag Volk und Gesundheit,
Berlin 1964
20. FRIEDRICH, B., KRONE, J.R.:
Zur Ätiologie von Pseudarthrosen.
Mschr.Unfallheilk. 76 (1973) 308-325

21. FRÜHLING, D.K., LÖHNERT, J., MAKOSKI, H.-BR., LÖHR, E.:
Beitrag zu Brüchen des Handwurzel-
skeletts.
Fortschr.Röntgenstr. 112 (1972)
658-663
22. GAUL, M.:
Trümmerfraktur des Os naviculare bei
anlagebedingter Zweiteilung.
90 (1951) 644-645
23. GIESEKING, H. nach KRAYENBÜHL, CH.-U.:
Die Nagelung als Behandlungsmaßnahme
beim frischen und veralteten Kahnbein-
bruch.
Z.Orthop. 80 (1951) 597-605
24. GIESEKING, H.:
Die Spaltbildung im Kahnbein als post-
traumatische Pseudarthrose.
Fortschr.Röntgenstr. 74 (1951) 596-597
25. HÄUPTLI, O.:
Die aseptische Chondroosteonekrose.
Walter de Gruyter, Berlin 1954
26. HAUER, G., WILHELM, K., HÖRMANN, K.:
Über die Behandlung von Pseudarthrosen
des os naviculare der Hand mit Hilfe
der kleinen Spongiosaschraube der AO.
Arch,orthop.Unfall-Chir. 78 (1974) 70-81
27. HELLINGER, J., PASCHOLD, J.:
Zu einigen Problemen der Navikulare-
pseudarthrose.
Beitr.Osthop. 19 (1972) 508-518

28. HILDEBRANDT, G., WÖLLENWEBER, H.-D.:
Verschraubung der Navikularepseud-
arthrose.
Beitr.Orthop. 20 (1973) 52-59
29. HÖRMANN, K.:
Über die Behandlung von Pseudarthrosen
der Os naviculare der Hand mit Hilfe
der kleinen Spongiosaschraube der AO.
Dissertation, München 1973
30. HORVATH, F.:
Röntgenmorphologie des Caisson-beding-
ten Knochenmarkinfarktes.
Fortschr.Röntgenstr. 129 (1978) 33-40
31. HORVATH, F.:
X-ray morphology of occupational
locomotor diseases.
University Park Press, Baltimore 1980
32. KAPPIS, M.:
Über Frakturen der Handwurzelknochen
und Höhlenbildungen in ihrem Röntgen-
bild.
Arch.orthop.Unfall-Chir. 21 (1923)
317-345
33. KÖHLER, A., ZIMMER, E.A.:
Grenzen des Normalen und Anfänge des
Pathologischen im Röntgenbild des
Skeletts.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1956

34. KOOB, E., GOYMANN, V., HAAS, H.-G.:
Ergebnisse nach Verschraubungen der
Kahnbeinpseudarthrose an der Hand.
Handchirurgie 2 (1970) 205-209
35. KOTHE, W.:
Die Beurteilung von Navikulare-
schäden.
Mschr.Unfallheilk. 59 (1956)
339-346
36. KRAUS, W., LECHNER, F.:
Die Heilung von Pseudarthrosen und
Spontanfrakturen durch struktur-
bildende elektrodynamische Potentiale.
Münch.med.Wschr. 42 (1972) 1814-1819
37. KRAUSE, G.P.:
Os naviculare bipartitum beider
Hände.
Fortschr.Röntgenstr. 71 (1949) 359
38. KRAYENBÜHL, CH.-U.:
Zur operativen Behandlung der Navi-
kularepseudarthrose nach Matti-Russe.
Z. Unfallmed.Berufskr. 64 (1971)
126-141
39. KROENER, D.:
Die Anwendung von Kürschnerdrähten
bei Frakturen und Pseudarthrosen des
Kahnbeines.
Mschr. Unfallheilk. 74 (1971)
187-192

40. KRÖSL, W.: Die Styloidektomie als Palliativoperation der Kahnbeinpseudarthrose. Arch.orthop.Unfall-Chir. 52 (1960) 32-36
41. KÜPPERMAN, W.: Zur Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose der Hand. Langenbecks Arch.klin.Chir. 309 (1965) 63
42. LANGE, M., nach NYGA: Lehrbuch der Orthopädie und Traumatologie. Ferd.Enke-Verlag, Stuttgart 1967, Bd. II
43. LEDERMANN, M., BURCKHARDT, H., WILLENEGGER, H.: Zur Technik der Navikulareverschraubung. Z.Unfallmed.Berufskr. 67 (1974) 75-78
44. LÜTZELER, H.: Die Entstehungsursache der Pseudarthrose nach Bruch des Kahnbeines der Hand. Dtsch.Z.Chir. 226 (1930) 250-267
45. MARTINE, A.K., SCHUMACHER, K.: Kritische Studie zur operativen Behandlung der Scaphoidpseudarthrose. Arch.Orthop.Traumat.Surg. 93 (1979) 265-272

46. MÜLLER-FÄRBER, J.: Ergebnisse verschiedener Operationsmethoden bei Kahnbeinpseudarthrosen der Hand.
Unfallheilkunde 80 (1977) 345-352
47. MÜLLER, K.: Zur veralteten Navikularefraktur bzw. Navikularepseudarthrose, eine vergleichende Gegenüberstellung zweier Operationsverfahren.
Beitr.Orthop. 20 (1973) 668-678
48. MÜLLER, W., DEUCHER, F.: Resultate der operativen Behandlung von 28 Navikularepseudarthrosen.
Z.Unfallmed.Berufskr. 67 (1974) 86-87
49. MURRAY, G., nach ANDERSEN, K.: Journ. of bone a. joint surg.
28 (1946) 749
50. MURRAY, G., nach ANDERSEN, K.: Brit. J. surg. 22 (1934) 63
51. NYGA, W., BONGERT, H.: Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose unter besonderer Berücksichtigung des Fremdsphanes.
Handchirurgie 1 (1969) 57-61

52. OLTRAMARE, nach HÄUPTLI, O.:
Die aseptische Chondroosteonekrose.
Walter de Gruyter, Berlin, 1954
53. PÖSCHL, M.:
Handbuch der medizinischen Radiologie.
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg,
New York 1971
54. RAVELLI, A.:
Anatomisch-röntgenologische Handgelenkstudien.
Z.Orthop. 86 (1955) 70-89
55. REDING, R., TOMSCHKE, G.:
Beitrag zur Gefäßversorgung des
Os navikulare manus.
Mschr.Unfallheilk. 68 (1965) 301-307
56. REHBEIN, F., DÜBEN, W., nach FASOLD, P.:
Zur konservativen Behandlung des
veralteten Kahnbeinbruches und der
Kahnbeinpseudarthrose.
Arch.orthop.Unfall-Chir. 45 (1952)
67
57. RETTIG, H.:
Ein Beitrag zur Ätiologie und
Differenzialdiagnose von Navikulare-
nekrose, Navikulare partitum und
Navikularepseudarthrose.
Arch.orthop.Unfall-Chir. 54 (1962)
263-278

58. RIESS, J.: Neue Erkenntnisse in der Behandlung der Kahnbeinbrüche der Hand.
Mschr.Unfallheilk. 70 (1967) 457-464
59. ROSTOCK, P.: Die Navikulare-Pseudarthrose.
Arch.ostop.Unfall-Chir. 35 (1935)
192-223
60. RÜTHER, H.: Zur Behandlung der Pseudarthrosen am Kahnbein, Innenknöchel und Akromion.
Z.Orthop. 79 (1950) 485-499
61. RUSSE, O.: Erfahrungen und Ergebnisse bei der Spongiosaauffüllung der veralteten Brüche und Pseudarthrosen des Kahnbeines der Hand.
Wiederher.Chir.Traum. 2 (1954)
175-184
62. RUSSE, O.: Operationstechnik bei der Scaphoid-pseudarthrose.
Aktuel.Probl.Chir.Orthop. 6 (1977)
73-76
63. RUZICKA, F.F., HEUBLEIN, G.W.:
Roentgen Evaluation of Lesions of the Carpus.
Amer.J.Roentgenol. 58 (1947)
148-165

64. SANDZEN, S.C.: Atlas of Wrist and Hand Fractures.
PSG Publishing Company, Jnc.
Littelton, Massachusetts
65. SCAGLIETTI, O., PERAZZINI, F.:
Die Kahnbeinpseudarthrosen.
Wiederher.Chir.Traum. 2 (1954)
112-139
66. SNEK, F., nach HELLINGER, J.:
Zbl.Chir. 57 (1930) 2600
67. SNEK, F., nach KRAYENBÜHL, CH.-U.:
Die anatomisch-konstitutionelle
Bedingtheit der typischen Handwurzel-
verletzungen und die Erfolge der
konservativen Behandlung.
Bruns'Beitr.klin.Chir. 146 (1929)
333-382
68. SNEK, F., nach KRAYENBÜHL, CH.-U.:
Die Verletzung der Handwurzel.
Ergebn.Chir.u.Orthop. 23 (1930) 1-109
69. SCHLOSSER, D., SCHWEIBERER, L.:
Navikularefraktur - Navikularepseud-
arthrose der Hand.
Bruns'Beitr.klin.Chir. 217 (1969)
306-314
70. SCHRAMM, G., KYSELKA, R.:
Biochem. Untersuchungen am Pseud-
arthrosengewebe.
Beitr.Orthop.Traumatol. 24 (1977)
351-358

71. TONTHEIM, W., nach HÄUPTLI, O.:
Die aseptische Chondroosteonekrose.
Walter de Gruyter, Berlin, 1954
72. TROJAN, E.:
Die Behandlung des Kahnbeinbruches
der Hand.
Chir.Praxis 5 (1961) 437-460
73. TROJAN, E.:
Zur Diagnostik des Kahnbeinbruches
der Hand.
Chir.Praxis 5 (1961) 311-324
74. TROJAN, E.:
Die Stabilität der Bruchformen des
Kahnbeines der Hand. Eine anatomische
Studie.
Mschr. Unfallheilk. 67 (1974) 291-295
75. VIETEN, H.:
Navikulare bipartitum oder alte, nicht
erkannte pseudarthrotisch verheilte
Navikularefraktur.
Fortschr.Röntgenstr. 71 (1949) 358
76. VOORHOEVE, A.:
Ergebnisse bei der operativen Behand-
lung des Kahnbeinfalschgelenkes der
Hand.
Arch.orthop.Unfall-Chir. 68 (1970) 66-78
77. WELLER, S., KLÖSS, J., ULLRICH, K.:
Anatomische Variationen des Handgelenkes
und ihre Beziehung zum Kahnbeinbruch.
Mschr.Unfallheilk. 64 (1961) 215-224

78. WEISSMAN, J.A., LEGSDINSCH, A.J.:
Das röntgenologische Bild des
normalen Handgelenkraumes.
Fortschr.Röntgenstr. 131 (1979)
428-433
79. WENGEN, H.C., nach AALAM, M.:
Zum Kahnbeinbruch der Hand.
Huber, Bern-Stuttgart-Wien 1971
80. WETTMANN, U.:
Zur Behandlung der Navikularepseud-
arthrose.
Z.Orthop. 116 (1978) 267-269
81. WILHELM, A.:
Die Gelenksdenervation und ihre
anatomischen Grundlagen.
Hefte Unfallheilk. 86 (1966) 1-1001
82. WILHELM, K., FELDMER, CH.:
Sehneninterpositionsplastik bei
teilnekrotisierten Navikularepseud-
arthrosen.
Arch.orthop.Unfall-Chir. 83 (1975)
63-65
83. WILHELM, K., FELDMER, CH.:
Sehneninterpositionsplastik bei
teilnekrotisierten Navikularepseud-
arthrosen.
Handchirurgie 8 (1976) 57-60

84. WILHELM, K., FELDMEIER, CH.:

Ein neues Verfahren zur Behandlung
von Kahnbeinpseudarthrosen.

Hefte Unfallheilk. 126 (1975)

378-381

85. WILHELM, K., FELDMEIER, CH.:

Die Behandlung von Navikulare-
frakturen und Navikularepseud-
arthrosen mit elektrischen und
magnetischen Potentialen.

Handchirurgie 8 (1976) 49-50

LEBENS LAUF

Ich, Josef Anzenberger, wurde am 13. November 1951 als Sohn des Spediteurs Leonhard Anzenberger und seiner Ehefrau Katharina, geb. Kern, in Isen geboren.

Nach dreijährigem Besuch der Volksschule in Isen wechselte ich für 2 Jahre in das Volksschulinternat der Barmherzigen Brüder nach Algasing. Von dort trat ich in das Humanistische Progymnasium der Benediktinerabtei Kloster Schäftlarn über. Da es in Schäftlarn damals nicht möglich war, das Abitur abzulegen, wechselte ich in das Benediktiner-Internat Kloster Ettal und beendete dort meine Schulzeit mit dem Erhalt des Reifezeugnisses am 23. Juni 1972. Im Herbst des gleichen Jahres begann ich in Regensburg das Studium in Biologie und Chemie für das Lehramt an Gymnasien. Nach vier Semestern wechselte ich nach München über und legte hier im Herbst 1977 das wissenschaftliche Staatsexamen ab.

Gleichzeitig erhielt ich einen Studienplatz in Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität. Im März 1979 bestand ich die Ärztliche Vorprüfung, ein Jahr darauf den ersten Teil und im März 1982 den zweiten Teil des Staatsexamens.

Herrn Privatdozent Dr. Christian Feldmeier
bin ich für die Überlassung des Themas und
die hilfreiche Zusammenarbeit bei der Be-
wältigung der Ausarbeitung zu großem Dank
verpflichtet.

Herrn Prof. Dr. K. Wilhelm, Leiter der Hand-
chirurgischen Abteilung, danke ich für die
Unterstützung, die er mir an seinem Institut
zukommen ließ.

Für die Begutachtung der Röntgenbilder gilt
mein Dank auch Herrn Prof. Dr. K. J. Pfeifer,
Leiter der Röntgenologischen Abteilung.

